

Lehrbuch

der

Physiologie des Menschen.

Für

Aerzte und Studirende.

Von

Dr. G. Valentin,
ordentl. Professor der Physiologie und vergleichenden Anatomie an der Universität Bern.

In zwei Bänden.

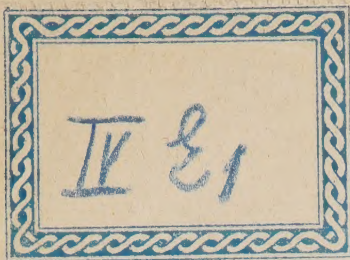


Erster Band.

Mit in den Text eingedruckten Holzschnitten.

Braunschweig,
Druck und Verlag von Friedrich Vieweg und Sohn.

1844.


IV E 1

Lehrbuch

der

Physiologie des Menschen.

Für

Aerzte und Studirende.

Lehrbuch

der

Physiologie des Menschen.

Für

Aerzte und Studirende.

Von

Dr. G. Valentin,
ordentl. Professor der Physiologie und vergleichenden Anatomie an der Universität Bern.

In zwei Bänden.

Erster Band.



Mit in den Text eingedruckten Holzschnitten.

Braunschweig,
Druck und Verlag von Friedrich Vieweg und Sohn.

1844.


WELLCOME
HISTORICAL
MEDICAL

Vorwort.

Das folgende Lehrbuch bildet einen Versuch, die Physiologie des Menschen ausschließlich und ohne Rücksicht auf die Functionenlehre der Thiere, nach dem gegenwärtigen Stande der Wissenschaft zu behandeln. Eine solche Bearbeitung, welche zugleich alle ferner liegenden allgemein- und vergleichend-anatomischen Erörterungen vermeidet, schien mir vorzüglich für diejenigen Aerzte, welche sich mit den Fortschritten der Physiologie des Menschen vertraut machen wollen, ein besonderes Bedürfniß zu sein.

Bei den mannigfachen eigenen Untersuchungen, welche ich dem Werke einzuverleiben Gelegenheit fand, erfreute ich mich häufig der eiferigen Unterstützung meiner Zuhörer und vorzüglich der mir assistirenden Herren Henzi, Straßer und Carl von Erlach. Der Letztere hat auch einen Theil der Originalzeichnungen für die Holzschnitte, welche complicirtere Apparate darstellen, verfertigt. Die Beobachtungen über die Chemie des Athmungsprocesses habe ich im Verein mit meinem werthen Collegen, Prof. Brunner, angestellt.

Von der Ueberzeugung geleitet, daß richtige Zahlen die sichersten Folgerungen gestatten, suchte ich die zur Zeit möglichen physiologischen numerischen Bestimmungen, wo es anging, festzuhalten. Jede irgend verwickeltere Rechnung ist der größeren Genauigkeit und Sicherheit wegen auf logarithmischem Wege gemacht worden. Natürlicher Weise mußten die Zwischenwerthe, wo sie zu nennen waren, in gewöhnlichen Zahlen gegeben werden. Allein nicht diese unmittelbar, sondern deren bei der Gesammtberechnung gefundene genauere Logarithmen wurden den ferneren Bestimmungen zum Grunde gelegt. Daher ich dieses bei dem Nachrechnen, welches auf gleichem Wege geschehen muß, zu berücksichtigen bitte. Wegen der nächst höheren Decimalstelle wurde durchgehends Log. vulg. π = 0,4971499 angenommen.

An vielen Stellen sind gefundene Maaße und Gewichte auf bedeutend weitere Decimalstellen, als sie in der Erfahrung bestimmt werden können,

berechnet. Daß dieses keine Spielerei sei, werden mehrere Belege zeigen. Die Beweise z. B. für die Gesetze der Druckgrößen, unter welchen die Herzklappen schließen, für die der gegenseitigen Aequilibrirung der Muskelkräfte in dem Centralorgane des Kreislaufes, für die der Diffusionserscheinungen, nach welchen unser Athmungsproceß erfolgt, konnten, wie man sehen wird, nur auf diesem Wege mit vollständiger Schärfe dargelegt werden.

Für die gegenseitigen Reductionen gebrauchte ich die officielle »Vergleichung der neuen schweizerischen Maaße und Gewichte mit den Maaßen und Gewichten der Nachbarstaaten. Bern. 1839. 8.« In Betreff des dänischen Gewichtes hielt ich mich an die Bestimmungen von Baumgartner.

Alle Rechnungen habe ich im Manuscript zwei oder drei Mal und in der Correctur ein, oder wenn sich Abweichungen ergaben, zwei Mal gemacht. Sollten sich jedoch nichts destoweniger einzelne Fehler in den Zahlen eingeschlichen haben, so würde ich Jedem, welcher mir dieselben öffentlich oder privatim anzeigen wollte, sehr verbunden sein.

Während des Druckes suchte ich noch die neuesten Erscheinungen der Litteratur, so weit es anging, einzuschalten. Auf diese Weise wurden die elementaranalytischen Erfahrungen über Faserstoff, Eiweiß und verwandte Körper, welche Dumas, Cahours und Saint-Evre veröffentlichten, und die ausführlichen Beobachtungen von Chossat über die Folgen der Inanition, welche in der allgemeinen Physiologie keinen Platz mehr finden konnten, dem über die Ernährung handelnden Abschnitte einverleibt. Mit den über die thierische Wärme von Gierse angestellten thermometrischen Untersuchungen war dieses nicht möglich. Ich muß daher wegen dieses Punktes auf die eben ausgegebene erste Abtheilung des achten Bandes des Repertorium S. 78 — 80 verweisen. Eben so werden auch in dem diesjährigen zweiten Hefte dieser Zeitschrift die Resultate der Versuche von Gerber und Gautschy über die Thätigkeit der Herzklappen ausführlich mitgetheilt werden. Ein vollständiges, die in dem Lehrbuche erörterten physiologischen und pathologischen Details enthaltendes Sachregister soll den Schluß des Ganzen d. h. des zweiten Bandes bilden.

Bern, den 1sten September 1843.

G. Valentin.

Inhalt

des ersten Bandes.

Einleitende Erörterungen.

Definition und Hilfsmittel der Physiologie.

Die Physiologie des Menschen beschäftigt sich mit der Erläuterung der Erscheinungen und Gesetze der materiellen und materiell-psychischen Thätigkeiten des lebenden menschlichen Organismus, während die Darstellung der Normen der reinen Geistesfunctionen den Gegenstand der Philosophie, vorzüglich der Logik und der Psychologie, bildet. Bei der innigen Beziehung aber, in welcher die Aeußerungen der Geistesthätigkeiten zu den materiellen Verhältnissen des Körpers, insbesondere des Nervensystemes stehen, berühren einander Physiologie und Psychologie auf mehrfache Weise. Die letztere kann gegenwärtig nicht mehr durch bloße einfache Beobachtung der Formen unseres Erkenntnißvermögens und durch darauf fußende, fernere Speculation erschöpfend behandelt werden, sondern muß die von der Physiologie gelieferten, ihre Forschungen interessirenden Thatsachen in sich aufnehmen und, so weit dieses ohne Verletzung der Wahrheit möglich ist, selbstständig zu ihren Zwecken verarbeiten. 1

Da sich unser Körper entweder in einem regelrechten oder einem regelwidrigen Zustande befindet und demgemäß auch die oben genannten Functionen desselben und die seiner einzelnen Organe normal oder abnorm wirken, so haben wir in dieser Beziehung eine Physiologie des normalen und eine solche des kranken Organismus oder — um eine zwar nicht ganz logische, jedoch bei der Zergliederung der anatomischen Wissenschaften allgemein gebräuchliche Ausdrucksweise überzutragen — eine normale und eine pathologische Physiologie. Nach der bis jetzt üblichen Behandlungsweise der medicinischen Disciplinen wurde die Lehre von den krankhaften Thätigkeiten des menschlichen Organismus mehr zersplittert und theils der allgemeinen, theils der speciellen Pathologie und Therapie einverleibt. Die von den gesunden Functionen unseres Körpers handelnde Wissenschaft führte den Namen der Physiologie oder den der Biologie im engeren Sinne des Ausdruckes. 2

3 Die Thätigkeit eines Organismus oder eines Organes wird durch die anatomischen, die physikalisch-chemischen und die aus diesen Qualitäten folgenden oder (nach unseren bisherigen Kenntnissen) neben ihnen existirenden virtuellen Eigenschaften desselben bestimmt. Hieraus ergiebt sich dann, daß die Physiologie des menschlichen Körpers die Gewebelehre, die specielle Anatomie, die Physik und die Chemie desselben voraussetzt, von den Resultaten dieser Wissenschaften als bekannten Grundlagen ausgeht und nach ihnen sowohl die rein physikalischen und chemischen Veränderungen unseres lebenden Körpers, als auch diejenigen seiner functionellen Erscheinungen, welche sich nach physikalisch-chemischen Principien der todten Natur nicht erläutern lassen, bespricht. Die normale Physiologie verhält sich daher zu der Anatomie, der Physik und Chemie wie eine angewandte Wissenschaft zu den ursprünglichen Disciplinen, deren praktische Corollarien sie bildet. Sie erleidet aber selbst die gleiche Anwendung, welche sie von den genannten Naturwissenschaften oft macht, nicht minder häufig von der pathologischen Physiologie.

4 Die Anatomie dient der Physiologie in doppelter Beziehung. Zuvörderst liefert sie gewissermaßen, wenn ich mich so ausdrücken darf, die Buchstaben, in welchen die Sprache der physiologischen Lehren mitgetheilt werden muß. Um ein so bewunderswerthes Kunstwerk, als der lebende menschliche Organismus darstellt, so weit es angeht, zu verstehen, müssen wir dessen Einrichtung möglichst genau kennen. Nur unter Voraussetzung der Bekanntschaft mit dem Baue eines thierischen Theiles kann von den Functionen desselben gesprochen werden. Denn jede genügende Erörterung des Ganges irgend einer Maschine setzt natürlicher Weise eine vollständige Kenntniß der Form, der Beschaffenheit und der Gliederung des Räderwerkes voraus. Durch sie allein wird jedes Urtheil über die Thätigkeit des Apparates möglich gemacht. Außerdem aber, daß auf diese Weise die Anatomie die Basis der Physiologie, wie die aller übrigen medicinischen Wissenschaften bildet, giebt uns häufig schon die bloße Betrachtung der morphologischen Verhältnisse eines Theiles Gelegenheit, auf die Thätigkeit desselben zu schließen. Wenn wir z. B. in dem Auge einen linsenartigen, biconvexen, durchsichtigen, aus concentrischen und das Licht verschieden brechenden Schichten zusammengesetzten Körper, wie die Krystalllinse, so gestellt finden, daß die durch die Hornhaut, die wässerige Feuchtigkeit, die Pupille und die Linsenkapsel hindurchtretenden Strahlen denselben durchsetzen müssen, so folgern wir alsdann unmittelbar, daß wir es hier mit einer physikalisch brechenden und concentrirenden Vorrichtung zu thun haben. Noch häufigere Schlüsse erlauben die allgemein anatomischen Resultate, vorzüglich sobald sie mit der Beobachtung der physikalisch-chemischen und der vitalen Erscheinungen verbunden werden. Wenn wir z. B. wahrnehmen, daß alle Horngebilde unseres Körpers, wie die Epithelien, die Oberhaut, die Nägel und die Haare in ihrem Innern weder Blutgefäße, noch Nerven haben und nichts desto weniger in ihren Elementartheilen Phänomene selbstständiger Entwickelungs- und Wachsthumsverschiedenheiten der Formen darbieten, so nehmen wir dann mit Recht an,

daß die specielle Organisation der Zellen und Blättchen, welche jene Horngebilde zusammensetzen, eine selbstständige ist und von den unmittelbaren Einflüssen des Blutes und der Nerven nicht abhängt. Sehen wir ferner, daß selbst in den blutgefäß- und nervenreichen Theilen die Gewebeelemente mehr oder minder entfernt von den Blutcanälen und den Nervenfasern liegen und nichts desto weniger automatisch wachsen und Veränderungen erleiden, so beweis't uns dieses, daß auch hier nur ein vermittelter Einfluß des Blutes Statt finden könne. Wir schließen daraus, daß dieses bloß die Mutterflüssigkeit, aus welcher sich die einzelnen Gewebtheile selbstständig hervorbilden, liefere.

Die *physikalisch-chemischen Eigenschaften* der einzelnen Organ- 5
elemente stehen zuvörderst zur physiologischen Erläuterung der Kräfte von diesen in einem ähnlichen Verhältnisse, wie die anatomischen Momente. Als Grundqualitäten der Materie bilden sie oft die Basis des physiologischen sprachlichen Ausdruckes, während sie anderseits nicht minder häufig ohne alle weiteren Versuche zu Schlüssen über die Thätigkeiten der Theile, an welchen sie vorkommen, überführen. Weiß ich z. B., daß die Wandungen der Schlagadern elastisch sind, so kann ich schon ohne alles Fernere daraus folgern, daß sich die Arterien, sobald sie mit Blut stärker gefüllt werden, bis zu einem gewissen Grade ausdehnen und dann bei dem Nachlasse des Druckes zu ihrem alten Umfange wiederum zurückkehren. Ist es mir bekannt, daß das mechanisch abgelagerte Fett des menschlichen Körpers nur aus Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff besteht, dagegen keinen Stickstoff und keine unorganischen Salze führt, so erhellt hieraus von selbst, daß dasselbe einerseits zur Vergrößerung der stickstoffhaltigen Theile unseres Organismus ohne das Hinzutreten anderer Elemente nicht verwendet werden kann, und daß anderseits das Nitrogen stickstoffhaltiger Nahrungsmittel, wenn sich aus diesen Fett erzeugen soll, einen anderen Ausweg finden muß. —

Außerdem können die physikalisch-chemischen Verhältnisse der Organe zu besonderen, an dem todten Körper vorzunehmenden Versuchsreihen, welche dann schlußweise auf die lebenden Thätigkeiten übergetragen werden, Veranlassung geben. An dem ausgeschnittenen Kehlkopfe vermögen wir z. B. den allgemeinen Mechanismus der Stimmbildung, an dem isolirten Becken und den daran hängenden unteren Extremitäten des Leichnames die Momente des luftleeren Raumes in den Gelenken, die Pendelschwingungen des Beines u. dgl. zu studiren. Nach solchen Erfahrungen können wir dann wiederum künstlich nachgebildete Apparate, wie Sprachmaschinen, artificielle Augäpfel u. dgl., welche einzelne Seiten der Functionen des lebenden Körpers zum Theil wiedergeben, aufbauen. Bei Organen endlich, welche, wie z. B. das Labyrinth des Ohres, directen Versuchen unzugänglich sind, streben wir durch die Construction ähnlich gestalteter Vorrichtungen die physikalischen Verhältnisse derselben zu studiren, um die so erhaltenen Ergebnisse auf die Functionen des analogen lebenden Theiles anzuwenden. Viele chemisch-physiologische Bemühungen sind auf die gleiche Untersuchungsmethode angewiesen. Wenn wir z. B. fin-

den, daß im lebenden Organismus der unlösliche Faserstoff sehr leicht in lösliches Eiweiß übergeführt wird, so bleibt uns zur Ergründung der Ursachen und Verhältnisse dieses Ueberganges kein anderes Mittel, als daß wir außerhalb des Körpers geronnene Fibrine mit andern Stoffen, mit welchen sie auch in obigem Falle während des Lebens in Berührung kommt, in Contact bringen. Findet sich dann, daß die Einwirkung der Wärme und gewisser Salze Faserstoff in Eiweiß umsetzt, so schließen wir, daß das Gleiche auch in dem lebendigen Organismus die Ursache der Veränderung sei. Wissen wir, daß bei Mangel der Arterialisation des Blutes der Tod eintritt und sehen, daß auch in unseren Laboratorien nach seiner Entfernung aus dem lebenden Körper das hellrothe Blut durch Kohlensäure dunkel, das dunkelrothe dagegen durch Sauerstoff hell wird, so werden wir mit Recht schließen, daß die Einathmung jener von tödtlichen, die des Oxygens dagegen von belebenden Wirkungen begleitet werde.

6 Beschränkte sich die Möglichkeit der über die Thätigkeiten der Organe zu gewinnenden Aufschlüsse nur auf dasjenige, was wir aus den anatomischen, den physikalischen und den chemischen Untersuchungen des todten Körpers und der ihres Lebens beraubten Theile desselben folgern können, so würde die Physiologie nicht nur viele ihrer wesentlichsten Resultate entbehren, sondern auch jeder Selbstständigkeit ermangeln. Sie wäre dann nur eine rationelle Anwendung der Anatomie, Physik und Chemie, wie diese den todten Organismus behandelt haben, und keine vollständige Lehre von den Functionen des lebenden Körpers. Um diese Höhe zu erreichen, bedarf sie noch anderer Erforschungswege, welche sich als die physiologische Beobachtung, das physiologische Experiment und das pathologisch-physiologische Studium darstellen. Diese drei Bahnen der Untersuchung sind keineswegs unter einander absolut verschieden, sondern gehen, wie sogleich erhellen wird, theilweise in einander über.

7 Die physiologische Beobachtung beruht auf der einfachen Anschauung der lebendigen Thätigkeiten der Organe und der damit verknüpften oder der dabei zum Vorschein kommenden materiellen Veränderungen. Außer den nächsten und auffallendsten Erfahrungen, welche uns die unmittelbare Betrachtung des lebenden Menschen in dieser Beziehung liefert, lassen sich auf diesem Wege viele Detailsverhältnisse ohne Weiteres durch speciellere Studien erforschen. Wir brauchen z. B. nur alle Stellungen und Bewegungen, welche unser Körper und vorzüglich unsere Extremitäten bei dem Stehen, Gehen, Laufen, Springen u. dgl. zeigen, consequent zu beobachten, um eine Reihe von Thatsachen, welche den Mechanismus dieser Zustände erläutern, zu gewinnen. Wir dürfen nur die eingeathmete und die ausgeathmete Luft vergleichend analysiren, um die Grundfacta der Chemie unseres Athmungsprocesses kennen zu lernen. Da jedoch viele Punkte der Art, bei der Kleinheit ihrer Objecte, der optischen Hilfsmittel, bei der Natur ihrer Wirkungen, anderer physikalischen oder einzelner chemischen Apparate und bei der verborgenen Lage der meisten inneren Organe der künstlichen und gewaltsamen Bloßlegung derselben in dem

lebenden Körper bedürfen, so bedingt diese scheinbar einfache Untersuchungsweise häufig Nebenmomente oder erfordert Vorbereitungen, welche leicht von vorn herein Störungen verursachen oder, indem sie gleich einem physiologischen Experimente eingreifen und den Organismus seinen ganz normalen Verhältnissen entrücken, zu unvollständigen oder unrichtigen Resultaten führen und sogar den Zweck der Untersuchung gänzlich vereiteln können. Wollte ich z. B. in einem durchsichtigen thierischen Theile, wie der Schwimmhaut des Frosches, den Capillarkreislauf beobachten, so würde sich mir oft ein unregelmäßiger oder pulsatorischer Blutlauf darstellen, oder es würde sogar jede Circulation fehlen, sobald ich in der Absicht, Alles recht deutlich zu erfassen, die Schwimmhaut zu sehr ausspannte. Versuchte ich die Mengen der ausgeathmeten Kohlensäure und des exspirirten Wassers dadurch zu bestimmen, daß ich die ausströmende Luft durch Röhren, welche Kalk und Schwefelsäure enthalten, streichen lasse und sorgte nicht dafür, daß die Wandungen des Verbindungsrohres erwärmt bleiben, so würde sich Wasser an diesem ansetzen. Die durch die Gewichtszunahme des Schwefelsäurerohres zu bestimmende Wasserquantität fiele dann natürlicher Weise zu gering aus. Hätte ich zum Zweck, die peristaltische Darmbewegung zu untersuchen, tödtete daher ein Thier, öffnete unmittelbar darauf dessen Bauchhöhle und fände, daß der plötzlich einwirkende Reiz der atmosphärischen Luft sehr lebhafte peristaltische Bewegungen hervorruft, so könnte ich leicht schließen, daß die Muskelhaut des Darmes stets auf adäquate Reize sehr heftig reagirt — eine Folgerung, die schon durch den gesunden Organismus theilweise beschränkt wird und die ich auch nicht in dieser Ausdehnung gemacht haben würde, hätte ich bei einem lebenden Thiere die Bauchhöhle geöffnet. Denn dann würde die Luft schon eine weniger stürmische Peristaltik angeregt haben. Wollte ich einfach beobachten, wie viel Harn innerhalb einer bestimmten Zeit von einem Thiere abgesondert wird, öffnete daher dessen Bauchhöhle, präparirte den Harnleiter frei heraus, trennte ihn in zwei Hälften, befestigte an sein oberes Durchschnittsende eine Canüle und leitete diese durch die wieder zugehefteten Bauchdecken nach außen, so würde ich in dem dann tropfenweise abgehenden Urine ein zu geringes Quantum erhalten, weil die Entzündung als eine nothwendige Folge der Verwundung, des Eintrittes der athmosphärischen Luft in die Bauchhöhle und des Reizes der Canüle und der diese befestigenden Ligatur die Absonderungsmenge verkleinert.

Der physiologische Versuch, welcher immer auf einem mehr oder 8
minder bedeutenden und meist auf einem sehr gewaltsamen Eingriffe in den Organismus beruht, zwingt entweder einen Theil, in seiner eigenthümlichen Thätigkeitsäußerung unter gewissen uns bekannten anregenden Bedingungen hervorzutreten. Oder er versetzt den Körper durch Zerstörung einer gewissen Parthie desselben oder durch Einführung fremdartiger und dem Organismus direct oder indirect schädlicher Stoffe in einen krankhaften Zustand, dessen Symptome dann die Basis für Rückschlüsse und für fernere Folgerungen liefern, oder er ergänzt eine Function, die vorher dem Körper auf irgend eine Art entzogen worden ist, durch eine künstliche Vor-

richtung. Durch Druck auf unsern Augapfel z. B., wodurch dann auch natürlicher Weise unsere Netzhaut mittelbar getroffen wird, zwingen wir die letztere, eine dieser Einwirkung entsprechende subjective Lichterscheinung hervorzurufen. Wollen wir uns von den schmerzempfindenden Eigenschaften des dreigetheilten Nerven überzeugen, so legen wir diesen an seinem Ursprunge bloß und reizen ihn mechanisch, galvanisch oder chemisch, oder greifen ihn bei Integrität des Schädelgewölbes durch das Neurotom an. In allen diesen Fällen dringen wir ihm einen äußern Reiz, den er adäquat, d. h. durch Schmerz beantworten muß, auf. Die zweite Art von physiologischen Versuchen beruht, um mich so auszudrücken, auf negativen Verhältnissen, von denen dann rückwärts auf positive des gesunden Körpers geschlossen wird. Wir durchschneiden den Antlitznerven und sehen, daß dann die Gesichtsmuskeln der entsprechenden Seitenhälfte für den Einfluß des Willens gelähmt sind. Wir schließen daraus mit Recht, daß durch den N. facialis die Effecte unseres Willens auf die genannten mimischen Muskeln vermittelt werden. Wir finden nach Verletzung des Stammes oder des Augenastes des dreigetheilten Nerven secundäre Entzündung, Vereiterung und selbst fernere Zerstörung des Augapfels und folgern alsdann, daß für den Normalzustand der Ernährung des Auges die Integrität des genannten Nerven nothwendig sei. Bei der dritten Art des physiologischen Versuches beschränkt sich unser Eingriff nicht direct auf eine einzelne Stelle oder ein einzelnes Organ allein, sondern versetzt auf irgend eine Art den ganzen Körper oder einen großen und wesentlichen Theil desselben in eine Reihe normalwidriger Processe. Entweder geschieht dieses dadurch, daß wir ihm eine größere oder geringere Menge von Bedingungen, welche zu seiner Existenz nothwendig sind, wie z. B. den Sauerstoff zum Athmen, den Stickstoff in seinen Nahrungsmitteln entziehen, oder daß wir, seine Normalthätigkeiten störende, ponderable oder imponderable Stoffe in ihn einführen, ihn z. B. durch Einleiten von Kohlenwasserstoff in seine Lungen, durch Einbringen von Morphin in seinen Magen vergiften oder zu hohen Kälte- oder Wärmegraden aussetzen, galvanische Ströme durch ihn treten lassen u. dgl. mehr. Rief aber die zweite Versuchsweise Zustände, welche an die Eingriffe des Chirurgen erinnern, hervor, so bedingt diese dritte Art von Experimenten Verhältnisse, welche den rein medicinischen Krankheiten in höherem Grade entsprechen. Auch hier können wir oft aus dem Negativen, durch welches das Leiden verursacht wird, auf die normalen Functionen oder die einwirkenden Schädlichkeiten oder auf beide zugleich schließen. Doch nur zu häufig fehlen uns die Zwischenglieder, welche zu den Endresultaten überführen und welche allein erst eine befriedigende Anschauung des ganzen Herganges zu liefern im Stande wären. Nur wo die einfachsten Bedingungen des künstlich erzeugten Krankheitsprocesses gegeben sind, wird auch hier eine vollständigere und genügendere Auffassung möglich. Nach der Einspritzung von Wasser in das Blut z. B. sehen wir in den sogenannten serösen Höhlen und dem verbindenden, vorzüglich dem subcutanen Zellgewebe eine mit thierischen Stoffen mehr oder minder geschwängerte Flüssigkeit aus-

treten, während zugleich die äußere Haut reichliche Wasserdünste entläßt. Der Grund dieser vermehrten exosmotischen Strömung, die Ursache, weshalb das aus dem Blute wieder austretende Wasser aufgelös'te organische Stoffe mit sich hinwegführt, leuchtet von selbst ein. Eben so klar wird uns die Todesursache, wenn das injicirte Wasser kalt war und theils hierdurch, theils durch seine Menge die Reizbarkeit der Muskeln und unter diesen auch die des Herzens gelähmt hat. Allein so wie wir die Bedingungen verwickelter stellen, entgeht uns auch jede befriedigende Einsicht nur zu leicht. Entwässern wir z. B. nicht das Blut, sondern entziehen ihm seinen Faserstoff, so erhalten wir nach einiger Zeit Darmgeschwüre — eine Erscheinung, deren Ursache uns noch größtentheils unbekannt ist. Durch das Studium der Einflüsse der narcotischen Gifte können wir mit Bestimmtheit erfahren, daß sie durch Vermittelung des Blutes auf das Nervensystem wirken. Allein durch welche speciellen Bindeglieder diese ihre Endeffecte hervortreten, entgeht uns eben so gut, als der innere Zusammenhang der mannigfaltigen Erscheinungen, welche z. B. ein Typhöser von dem Anfange seiner Krankheit bis zu seinem Tode darbietet. Bei einer vierten Art physiologischer Experimente endlich ersetzen wir dem Körper einen Theil oder eine Thätigkeit, die ihm vorher in irgend einer Absicht entzogen worden, auf künstlichem Wege und erläutern hierdurch entweder gewisse Eigenschaften der fehlenden oder außer Function gesetzten Parthie oder die Beziehungen derselben zu anderen Organen und Thätigkeiten. Wenn wir z. B. statt eines Stückes der Schlagader eines lebenden Thieres eine elastische Röhre einbringen und wahrnehmen, daß hierdurch der Kreislauf nicht wesentlich gestört wird, so erhellt hieraus, daß das hydraulische Centralorgan, das Herz, für die Bewegung des arteriellen Blutes im Ganzen eben nur elastischer Röhren, wie die Arterien sind, bedarf. Haben wir beide herumschweifenden Nerven durchschnitten und retten das Thier von dem Erstickungstode, indem wir eine Luftröhrenfistel anlegen, in diese eine Canüle mit hinreichend weiter Mündung einführen und so die in ihrer Thätigkeit gehemmte Stimmritze künstlich ersetzen, so erhellet hieraus, daß das durch jene Nervendurchschneidung erzeugte Hinderniß des Athmens eben nur in dem gestörten Verhältnisse der Kehlkopfmuskeln, welche die Form der Glottis bestimmen, liege. Hat man ein Thier enthauptet, leitet durch einen in den Durchschnitt der Luftröhre in der Richtung nach den Lungen hin eingeführten doppelten Blasebalg die künstliche Athmung ein, und stellt sich so der früher ruhende Herzschlag nebst einer der Intensität desselben entsprechenden Ausdehnung des Kreislaufes wieder her, so zeigt dieses Experiment, daß die Athmungsveränderungen des Blutes auf die Circulation bethätigend wirken, gleichwie umgekehrt bei Mangel der Herzthätigkeit kein Kreislauf und mithin keine Arterialisation des Blutes möglich ist, mit einem Worte, daß Circulation und Respiration des Erwachsenen in gewisser Hinsicht in wechselseitig bedingender Beziehung zu einander stehen.

Wie aber die physiologische Beobachtung häufig einen physiologischen 9
Versuch als vorbereitendes Nebenmoment voraussetzt (§. 7), so erfordern

auch umgekehrt viele physiologische Experimente eine nachfolgende objective Beobachtung der Veränderungen, welche der durch den Versuch gemachte Eingriff nach sich zieht. Die ganze von der Wiedererzeugung der Gewebe z. B. handelnde Lehre beruht auf solchen Studien. Hier beantwortet erst die längere Zeit nach dem Versuche anzustellende Prüfung, ob das verloren gegangene Gewebe wieder ersetzt wird und ob ihm gleichartige oder ungleichartige Elemente gebildet worden sind, mit einem Worte, das Problem, dessen Lösung man sich zur Aufgabe gestellt hat.

10 Die Erforschung der krankhaften Zustände kann endlich noch den Kreis unseres physiologischen Wissens wesentlich erweitern. Durch das pathologisch-physiologische Studium bestätigen wir Bekannteres und erweisen, wenn wir es bei Thieren gefunden, dessen Anwendbarkeit auf den menschlichen Organismus. Bisweilen ist sogar jenes Bemühen geeignet, selbst neue physiologische Thatsachen darzulegen. Jede Krankheit gleicht gewissermaßen einem physiologischen Experimente, als dessen Resultate die pathologischen Symptome erscheinen. Das Gleiche gilt von sehr vielen ärztlichen und vorzüglich von chirurgischen Eingriffen. Hiernach müßte uns auch jeder zufällig entstandene Krankheitsfall und fast jeder zu ärztlichen Zwecken angeregte abweichende Proceß in einem gewissen Umfange physiologisch belehren, wenn nur nicht, wie dieses meistentheils stattfindet, einzelne Aeußerungen des Experimentes als mehr oder minder isolirte Krankheitszeichen aufträten, sondern wenn stets alle Ursachen und deren allmälige, immer tiefer in das Räderwerk des Organismus eingreifende Folgen klar vor Augen lägen. Dieser Umstand bedingt es, daß häufig selbst die besser beobachteten Leiden des menschlichen Körpers keine entsprechende Ausbeute für eine genaue und befriedigende physiologische Kenntniß geliefert haben, und daß im Allgemeinen in dieser Beziehung die Chirurgie noch fruchtbringender, als die Medicin gewesen ist. Dagegen wird es umgekehrt viel leichter, durch physiologische Versuche bei Thieren erkannte sichere Thatsachen in ihrer pathologischen Anwendung auf bestimmte Krankheiten und Krankheitszeichen wiederzuerkennen. Aus diesem Verhältnisse ergiebt sich aber zugleich, daß zwar pathologische Erfahrungen einzelne physiologische Sätze bekräftigen und erweitern können, daß sie aber bei ihrer Unsicherheit meistentheils nicht im Stande sind, schwierige physiologische Punkte zu entscheiden, viel weniger sichere, an Thieren wahrgenommene allgemeinere Thatsachen zu widerlegen. Wie einflußreich die pathologische Erfahrung für die Physiologie werden könne, zeigt z. B. die Lehre von den Synergieen verschiedenartiger Nervenfasern in hinreichendem Maaße. Um nur einige Belege zu nennen, so erfuhren wir es durch die praktisch-ärztliche Erfahrung, daß nach der Muskel- und Sehnendurchschneidung am Unterschenkel die benachbarte Fußhaut ihre Sensibilität für den Augenblick zum Theil verliert. Durch sie wurde uns bekannt, daß oft Halbgelähmte zur Sicherheit ihrer Bewegungen der nothwendigen Beihilfe ihres Gesichtsorganes bedürfen, daß sie bei offenen Augen noch frei stehen und selbst gehen können, nach dem Schließen der Augenlider dagegen wanken oder gar zu Boden fallen. Andere pathologische Zustände bilden für uns

gleichsam Versuche, welche wir sonst künstlich nicht erzeugen könnten, und die überdies unsere nach Willkür anzustellenden Experimente an praktischem Nutzen nicht selten übertreffen. Ich erinnere z. B. nur an die Verknöcherung der Atrio-Ventricularklappen des Herzens und der halbmondförmigen Klappen der Lungenarterie und der Aorta, durch welche wir den Einfluß dieser Gebilde auf die Herztöne unmittelbar zu erfassen vermögen. Allein daß da, wo Pathologie und Physiologie in Collision kommen, die erstere seltener entscheide und meist minder sicher beweise, läßt sich leicht darthun. Bei der Controverse über die Thätigkeiten der drei verschiedenen Zungennerven, bei der Discussion über die Vertheilung der flexoriellen und extensoriellen, überhaupt der antagonistischen Fasern im Rückenmarke konnte jede Parthei für ihre Ansicht sprechende pathologische Erfahrungen anführen, während die physiologischen Belege für dieselben mehr von der Verschiedenheit der Auffassung, als von der Natur der Experimente abhing. Könnte die gewöhnliche pathologische Untersuchung physiologische Thatsachen, welche auf dem Wege des Versuches constatirt worden, schwankend machen, so dürften wir den Bell'schen Lehrsatz, daß die hinteren Wurzeln der Rückenmarksnerven der Empfindung, die vorderen der Bewegung vorstehen, nicht für absolut richtig halten, da einzelne, angeblich genau untersuchte Krankheitsfälle gegen ihn sprechen. Bei ihrem Grade von Exactheit kann hier die Physiologie keine gelehrige Schülerin der minder sicher beweisenden pathologischen Beobachtung werden.

Die Nothwendigkeit, einen großen Theil unserer physiologischen 11
Kenntnisse aus Untersuchungen, die nur an dem lebenden Organismus angestellt werden können, zu schöpfen, bedingt es aber, daß wir nie bei der Betrachtung der Functionen des menschlichen Körpers ausschließlich auf diesen allein Rücksicht zu nehmen im Stande sind. Die meisten physiologischen Erfahrungen und alle zu bloß physiologischen Zwecken angestellten Versuchen können nur an Thieren gemacht werden. Die Uebertragung auf den Menschen erfolgt dann vermittelst eines Analogieschlusses, welcher durch die Aehnlichkeit des anatomischen Baues unterstützt wird. Bisweilen giebt eine glückliche pathologische Erfahrung Veranlassung, die Richtigkeit jener Anwendung direct zu beweisen. Bei sehr vielen Punkten dagegen ist dieses zur Zeit noch nicht möglich geworden. Man sieht aber bald, daß sich dann leicht bei jenem Verfahren wesentliche Irrthümer einschleichen können. Von vorn herein muß der Anwendungsschluß mit um so größerer Vorsicht gemacht werden, je entfernter das Thier, an welchem experimentirt worden, von dem Menschen steht. Allgemeinere Verhältnisse, wie die symmetrische Vertheilung der empfindenden und bewegenden Nervenfasern, die generellen Reizbarkeitserscheinungen der Muskeln, die Hydraulik des Kreislaufes, die für die Chymuslösung bestimmte Einwirkung des Magensaftes u. dgl. reichen in der Thierwelt so weit hinab, daß sie am Frosche eben so gut, ja wegen mehrfacher begünstigender Nebenverhältnisse zum Theil noch besser, als an höheren Geschöpfen studirt werden können. Allein sobald es sich um Specialien handelt, müssen wir zu unseren Versuchsgegenständen, so wie es

irgend angeht, Säugethiere, als die dem Menschen am nächsten stehenden Organisationen, wählen und selbst bei der Uebertragung der Resultate auf den menschlichen Organismus keine Bedingung, welche hier Veränderungen erzeugen könnte, vergessen. Wir müssen zugleich stets angeben, an welchen Säugethieren und auf welchem Erforschungswege die Untersuchung gemacht worden. Nur unter diesen Cautelen kann sich das Faktische, welches unsere Beobachtungen liefern, erhalten, und wenn sich selbst die Schlüsse, welche wir aus ihnen gezogen, als unrichtig erweisen, zu fernerer anderweitiger Benutzung brauchbar bleiben.

Wenn sich nun aber so die Physiologie des Menschen von der Thierphysiologie in gewissen Beziehungen nie wird völlig emancipiren können, so bildet sie anderseits für viele Punkte der Functionenlehre überhaupt die einzige Quelle möglicher Belehrung. Alle Verhältnisse der subjectiven Thätigkeiten der Sinnesorgane und des Nervensystemes kann der Mensch nur an dem Menschen ergründen. Denn sie bilden keine Gegenstände rein objectiver Wahrnehmung an andern Geschöpfen. Die Physiologie der Sprache und des modulirten, nicht bloß natürlichen Gesanges ist nur an dem Menschen, dem jene Eigenthümlichkeiten in Folge seiner Organisation und vorzüglich seiner geistigen Fähigkeiten zukommen, zu erforschen. Das Studium der Thiere vermag hier nur wenig zu leisten. Wir sind höchstens im Stande, aus den Verschiedenheiten des Baues und der Stellung, welche die Augen z. B. bei solchen Geschöpfen haben, theoretisch zu entnehmen, wie sich gewisse subjective Gesichtsphänomene, die auch wahrscheinlich bei ihnen vorkommen, anders als bei uns gestalten müssen.

12 Da sich die meisten physiologischen Resultate nicht bloß aus einer einfachen Formanschauung der Organe und Organtheile ergeben, sondern auch theoretische Combinationen und Ergänzungen der sonst häufig vereinzelt bleibenden Thatsachen voraussetzen, so muß die Functionenlehre der organischen Körper häufig einen subjectiveren Charakter, als die descriptiven Naturwissenschaften an sich tragen. Lassen sich auch einzelne einfachere Grundgesetze unserer Wissenschaft mit vollkommener Evidenz beweisen, so entbehren doch noch zur Zeit viele Lehren der Physiologie dieses unendlichen Vortheiles. Soll aber hierbei unsere Disciplin einerseits als zusammenhängendes Ganze auftreten, und nichts desto weniger anderseits den Charakter einer strengen Erfahrungswissenschaft bewahren, so müssen wir überall die constatirten Thatsachen, die noch problematischen Facta, das theoretisch Wahrscheinliche und die bloßen Hypothesen so genau als möglich von einander zu unterscheiden, vor Allem aber auf das Schärfste festzusetzen suchen, wie weit die sichere Erfahrungserkenntniß bis jetzt vorgedrungen ist und bis wohin sie überhaupt zu gelangen im Stande sein dürfte.

Gliederung der Thätigkeiten unseres Körpers.

13 Schon häufig und zwar unter sehr verschiedenen Gesichtspunkten wurden die Organismen mit Maschinen oder andern künstlichen Vorrichtungen,

welche der Mensch herzustellen im Stande ist, parallelisirt, ohne daß jedoch die Freunde dieser Ansicht den Vergleich ganz vollständig durchführen, die Gegner derselben aber, welche oft in solchen Bemühungen nur die Erzeugnisse eines rohen Materialismus zu sehen glaubten, ihn als völlig unpassend darstellen konnten. Dieses Verhältniß deutet klar darauf hin, daß, wenn man auch von der relativen Einfachheit der Ideen, welche einer von Menschenhand gebauten Maschine zum Grunde liegen, und der bewundernswerthen Weisheit, welche in den Planen der Organismen existirt, absieht, in den letztern mehrere Momente vorkommen müssen, welche den menschlichen Apparaten durchaus fehlen. Gleich wie in diesen finden wir auch in den Organismen eine Menge harmonisch verbundener Theile, welche unter der Voraussetzung, daß sie durch entsprechende Momente gespeis't werden, als das Resultat ihrer Veränderungen und Bewegungen gewisse Kraftäußerungen zu Tage fördern. Bei unsern Maschinen und künstlichen Apparaten erfolgt die Speisung durch physikalische oder chemische Momente oder durch beide zugleich. Die Ausdehnung einer Feder, die Schwere eines Gewichtes, welche ein Uhrwerk im Gange erhalten, der Fluß des Wassers, welches eine Mühle treibt, bilden physikalische Speisungsmomente, während chemische z. B. in dem Brennmateriale, durch welches wir einen Ofen heizen, in dem verbrennenden Kohlenwasserstoffgase, durch welches wir beleuchten, existiren, in den Dampfmaschinen dagegen physikalische und chemische Momente zugleich als nährende Thätigkeiten vorhanden sind. In den Organismen findet sich die gleiche Nothwendigkeit einer Speisung, die hier eine vorzugsweise chemische ist und bei den Pflanzen durch die Atmosphäre und die von dem Boden und dem Wasser dargereichten assimilirbaren Stoffe, bei den Thieren und dem Menschen durch die verschiedenartigen Nahrungsmittel und Aneignungsproducte geliefert wird. Indem so durch diese Assimilation der Gang des lebendigen Uhrwerkes — um mich so auszudrücken — möglich gemacht wird, entsteht mit jeder Kraftäußerung ein ihr proportioneller Verbrauch von Stoff oder Agens, ganz wie dieses bei unsern Maschinen und künstlichen Apparaten der Fall ist. Entwickelung von Thätigkeit und Ausscheidung von verbrauchter, ferner untauglicher Materie (oder Benutzung eines Quantum einer physikalischen Grundwirkung) treten also in beiderlei Klassen von Vorrichtungen in ähnlicher Weise auf.

Nur diese allgemeine Parallele entspricht der Wahrheit. Denn bei jeder specielleren Vergleichung stoßen wir auf wesentliche Unterschiede. Der verhältnißmäßig untergeordneteste von diesen besteht darin, daß, während in den Werken der Menschenhand alle Theile verhältnißmäßig groß und daher roher sind, die wirksamen Formelemente der Organismen, die Gewebe, so fein ausgearbeitet erscheinen, daß sie sich in mikroskopischer Kleinheit darstellen. Dieses würde an und für sich nur für die größere Künstlichkeit der Organismen, für die unendliche Meisterschaft ihres Schöpfers, noch nicht aber für eine fundamentale Abweichung von unseren Maschinen zeugen. Die Differenz müßte, wenn sie selbst in noch höherem Grade existirte, bedeutend in den Hintergrund treten, sobald wir erwägen, daß

die Größe überhaupt kein absolut bestimmendes Moment ausmacht und in ihrer Relativität nur durch die Beschränktheit des Maaßstabes, welchen wir vermöge unseres in engere Grenzen gewiesenen Organismus anlegen, bedingt wird, daß es in der gesammten Natur aber weniger auf sie, als auf die Zahl und vorzüglich die Qualität ankommt. Dagegen zeigen sich sogleich dnrchgreifendere Unterschiede, sobald wir die Materien, aus welchen wir die künstlichen Maschinen aufzubauen genöthigt sind, und aus denen die lebenden Körper zusammengesetzt werden, vergleichend betrachten.

Von dem Menschen verfertigte Apparate müssen, wenn ihre Effecte auf eine gewisse Zeitdauer berechnet sind und nicht, wie bei dem Verbrennen eines Kerzenlichtes, bloß das unmittelbare Resultat des chemischen Actes der Speisung darstellen sollen, aus möglichst unveränderlichen, d. h. aus unorganischen oder ganz stabilen organischen Stoffen verfertigt werden. Sie vertragen keinen raschen Wechsel des Materials, weil sie dieses nicht selbst ergänzen können, und so dasselbe nur zu schnell zu Grunde gehen würde. Der abgeriebene oder sonst auf irgend eine Art mechanisch beschädigte Zahn eines Rades, das rostende Eisen, das faulende oder vermodernde Holz u. dgl. werden deshalb in jedem unserer Maschinenwerke früher oder später unbrauchbar. Eine von außen her kommende Reparatur, welche der Apparat selbst nie bewerkstelligen kann, muß, wenn kein Stillstand des Ganzen eintreten soll, den Schaden ersetzen. Wie ganz anders verhalten sich in dieser Beziehung die lebenden Organismen. Der Stoff der thätigsten lebendigen Theile ist sehr zersetzbar und vergänglich. Die locker verbundenen ternären und quaternären Elemente desselben geben leicht diesen Zusammenhang auf, um der durch innigere Verwandtschaft mehr begünstigten binären Combination zu weichen. Mit dem Aufhören der Lebensfunctionen entstehen unter Anwesenheit von Luft und Wasser eingreifende Zerstörungsacte. Aus den vier Grundelementen der organischen Körper, dem Kohlenstoff, dem Wasserstoff, dem Sauerstoff und dem Stickstoff, bilden sich mit Zersetzung der umgebenden Atmosphäre und des vorhandenen Wassers als Endresultate der dann angeregten Veränderungen Kohlensäure, Wasser, Ammoniak u. dgl. Mit einem Worte, es tritt Gährung, Fäulniß, Verwesung, Vermoderung ein. Diese Differenz des Materials muß aber auf die ganze Einrichtung der Organismen einen wesentlichen Einfluß ausüben. Während wir bei unsern künstlichen Maschinen durch die Wahl eines möglichst dauerhaften Stoffes des Räderwerkes jede durch Veränderung desselben entstehende Störung zu vermeiden suchen, geht die Natur bei dem Aufbau der Organismen zum Theil gerade von dem entgegengesetzten Principe aus. Indem sie wandelbare Materien für ihr Kunstwerk in Gebrauch zieht, hat sie einerseits den Vortheil, daß sie leichter und allmäliger die Einzeltheile selbst umsetzen kann, stößt aber anderseits auf die Schwierigkeit, jene sonst so leicht veränderlichen Verbindungen so weit stabil zu machen, daß sie trotz der Einwirkung der umgebenden Atmosphäre und trotz des Effectes des für andere Zwecke nothwendigen Wassers jene binären zerstörenden Combinationen, wie sie nach dem Aufhören des Lebens in ausgedehntem Maaße auftreten, inso-

fern als es zu ihrer functionellen Lebensäußerung nothwendig ist, überwinden. Die Mittel, durch welche dieses unendlich schwere Problem gelöſ't wird, sind uns noch unbekannt. Mit ihrer Erkenntniß wäre auch eine vollständige Einsicht in das gesammte Getriebe der Organismen gegeben.

Man hat angenommen, daß eine eigenthümliche, den organischen Wesen einwohnende Kraft, die Lebenskraft, die Erfüllung dieser nothwendigen Bedingung übernehme, den todten physikalisch-chemischen Eingriffen in dieser Hinsicht entgegenwirke und so das Leben erhalte. Nach dem Tode, d. h. mit dem Aufhören dieser Lebenskraft, falle diese Widerstandsfähigkeit ebenfalls hinweg. Es entstehe die durch Gährung und Fäulniß herbeigeführte Zersetzung der Organe. Allein abgesehen davon, daß die Hypothese einer solchen Lebenskraft eben nur einen Ausdruck für etwas Unbekanntes bildet, daß sie die Paraphrase eines uns entgehenden Grundverhältnisses darstellt, scheint ihre Annahme in dieser Gestalt nicht nothwendig zu sein. Wir wissen, daß jene Zersetzungen vorzüglich durch drei Agentien, die Wärme, den Sauerstoff, das Wasser, bedingt oder wenigstens begünstigt werden. In der Kälte erhält sich ein Leichnam, der in der Sommerhitze viel schneller in Fäulniß übergeht. In Gefäßen, zu welchen die Atmosphäre, mithin der Sauerstoff derselben keinen Zutritt hat, können wir Fleisch Jahre lang in frischem Zustande aufbewahren. Vollkommen eingetrocknete organische Körper widerstehen der Verwesung und gehen erst in diese über, sobald sie aus der umgebenden Luft Feuchtigkeit anziehen oder auf irgend eine andere Weise mit Wasser in Berührung kommen. Die Ueberführung der ternären und quaternären organischen Verbindungen in die binären Producte der Fäulniß ist daher ebenfalls nur eine bedingte. Denken wir uns nun, daß die organischen Wesen die Fähigkeit haben, nach Gesetzen einer eigenen Anziehung aus andern Stoffen lebensfähige Materien zu bilden, daß aber vermöge der speciellen Einrichtung des Organismus die die binären Combinationen bildenden Momente nur so weit eintreten können, daß sie nie die gesammte erzeugte organische Masse verzehren, daß stets durch jene Anziehung so viel organischer Stoff gebildet wird, daß trotz des nothwendigen Verlustes die Organe in lebensfähigem, thätigen Zustande momentan oder für eine bestimmte Zeitdauer überhaupt übrig bleiben, so ließe sich die relative Beharrlichkeit der organischen Theile, ihr Widerstand gegen die von der Wärme, der Atmosphäre und dem Wasser geleiteten Angriffe ebenfalls erklären. Natürlicher Weise müßte dann jene Anziehungskraft fortwährend thätig sein und durch ihr Wirken mindestens eben so viel und oft noch bedeutend mehr organischen Stoffes produciren, als durch jene nothwendigen Eingriffe aufgerieben wird. Allerdings befinden wir uns auch bei dieser Vorstellungsweise in der Nothwendigkeit eine Qualitas occulta als jene Anziehungskraft zu bezeichnen. Allein wir haben in dieser kein neues, die Materie autokratisch beherrschendes, die physikalisch-chemischen Einwirkungen absolut niederdrückendes Vermögen, sondern nur einen fortwährend wirkenden Impuls, dessen innere Natur noch dahin gestellt bleibt, der in dem Samenkorne, der Knospe, dem Eie beginnt und dessen stets sich auf ausgedehntere Weise fortpflanzende Wirkungen das ganze Leben

hindurch thätig sind, dessen absolut erstes Auftreten dagegen mit der außer allem wissenschaftlichen Erkennen liegenden ersten Erschaffung organischer Wesen überhaupt zusammenfällt.

14 Bei dieser Vorstellungsart scheint der Eintritt des Todes, d. h. das Aufhören jener eigenthümlichen Anziehung und mit ihr das des siegenden Widerstandes gegen die die allgemeinere Fäulniß erregenden Momente die größte Schwierigkeit zu erzeugen. Allein eine klare und consequente Durchbildung jener Ansicht entfernt auch hier jeden scheinbaren Widerspruch. Nehmen wir, wie dieses nach dem zeitigen Stande der Wissenschaft nothwendig ist, an, daß gegenwärtig kein uns bekannter Schöpfungsact neuer organischer Wesen aus bloß unbelebten Materien stattfindet, daß eine sogenannte Urzeugung, Generatio aequivoca, in der Jetztwelt nicht mehr existirt, sondern daß jeder gegenwärtig lebende Organismus aus einem lebenden Keime entsprossen ist, so haben wir in diesem einen Grundkörper, der schon vermöge seiner Organisation die Fähigkeit besitzt, unter Voraussetzung gewisser äußerer Bedingungen der Temperatur, der Luft, des Wassers und anderer Assimilationsobjecte, jene eigene Anziehung geltend zu machen und sich zu einem neuen organischen Wesen umzubilden. Wie aber die fernere Organisation selbst die Folge jener Thätigkeiten des Keimes ist, so setzt das Fortbestehen jener Anziehung voraus, daß die einzelnen Apparate des Körpers, bis auf einen gewissen Punkt wenigstens, normalgemäß in einander greifen. Nur dadurch erhält sich das Leben und mit ihm dessen Thätigkeiten. Wird diese Harmonie gestört, so schwächt sich auch jene Anziehung mehr oder minder, bis sie endlich gänzlich aufhört. Es braucht daher mit dem Tode eines organischen Wesens keine die Materie besonders beherrschende Kraft zu schwinden. Es werden nur die Bedingungen, welche als Folge der Organisation den Widerstand gegen die Zerstörung möglich machen, die Lebensthätigkeiten selbst hervorrufen und im vorhergehenden Momente für die Organisation und durch diese mittelbar für die neue Anziehung des nächsten Momentes sorgen, aufgehoben. Was so in dem Tode des ausgebildeteren Wesens früher oder später unabänderlich eintritt, erfolgt z. B. schon im Keime, sobald nicht die nothwendigen Nebenmomente in der erforderlichen Weise in Wirkung treten. Ein gerösteter Same sproßt nicht. Samen und Eier von organischen Wesen des Landes verfaulen im Wasser. Wir können z. B. Fischeier künstlich befruchten, d. h. im Wasser mit dem Samen desselben Thieres in Berührung bringen. Die Bewegung des Wassers in einem Flusse, einem See, dem Meere bedingt es, daß die in ihm schwimmenden Eier immer von Zeit zu Zeit mit neuem Wasser in Berührung kommen. Ersetzen wir dieses Moment dadurch, daß wir das Wasser unseres Behälters öfters wechseln, so erfolgt eine regelrechte Entwickelung der Embryonen; wenn nicht, so tritt dagegen bald eine unausbleibliche Zerstörung des Keimes ein. Entziehen wir dem Samen der Pflanze das ihr nothwendige Erdreich, dem Eie des Vogels die ihm unentbehrliche atmosphärische Luft, dem Embryo des Säugethieres das ihm nöthige Mutterblut, so vegetiren diese organischen Körper, so lange es ohne diese Neben-

bedingungen möglich ist, fort, gehen aber dann unfehlbar zu Grunde, weil ihre Organisation und mit ihr jene Anziehung, jener Widerstand unmöglich ist. Greifen im Keime weniger störende Bedingungen ein, so erzeugt sich eine krankhafte Richtung der Bildung, durch diese eine krankhafte Anziehung, und durch diese wiederum eine neue krankhafte Organisation. Es entstehen auf solche Art Mißbildungen, *Monstrositäten*. Findet etwas Aehnliches im Erwachsenen Statt, so erfolgen auf gleichem Wege *pathologische Ablagerungen*, Entartungen, Metamorphosen der Organe, welche deren Thätigkeiten verändern, schwächen oder aufheben.

Wie die unorganischen Körper sehr ungleiche Reactionen gegen die 15
verschiedenen physikalischen Einwirkungen und äußerst differente chemische Verwandtschaftsverhältnisse darbieten, so ist auch die Widerstandskraft der einzelnen organischen Körper gegen die ihre Zerstörung durch Gährung und Fäulniß bedingenden Einwirkungen sehr verschieden. Vergleichen wir in dieser Beziehung die beiden organischen Reiche unter einander, so stoßen wir auf ein Resultat, welches sich an dasjenige, was oben über das Material der Maschinen des Menschen und die Substanz der organischen Wesen angeführt wurde, unmittelbar anschließt. Wir hatten gefunden, daß die von uns gefertigten Apparate ein möglichst stabiles und dauerhaftes Material haben mußten. Sehen wir nun von den niedersten Gewächsen, den Schimmeln, Pilzen, Conferven u. dgl. ab, so construirt die Natur die bei weitem größere Masse der übrigen Pflanzen vorzugsweise aus einem dauerhafteren Stoffe, welcher von vorn herein den Einwirkungen der Atmosphäre und des Wassers einen größern Widerstand leistet. Hierher gehört vor Allem die vegetabilische Zelimembran (Cellulosa) und der Verholzungsstoff (Lignin, Holzfaser). Die thierischen Theile dagegen werden aus sehr leicht veränderlichen Materien aufgebaut. Nur Gebilde, welche zum Schutze oder zur Stütze oder anderen kräftigen mechanischen Zwecken dienen sollen, wie die Oberhaut, die Nägel, die Haare und die anderen Horngebilde, die erdigen Schalen, die Knochen, die Zähne erhalten entweder eine organische unverwüstlichere Masse, wie die Hornsubstanz, oder eine sehr starke Beimischung von unorganischen Stoffen, vorzüglich von kohlensaurer und basisch-phosphorsaurer Kalkerde. Im Allgemeinen herrscht daher noch das Princip der Stabilität der Materie in den Pflanzen mehr als in den Thieren vor.

Diese Differenz der Hauptstoffe bedingt aber noch einen andern Un- 16
terschied zwischen den Gewächsen und den Thieren. Beide benutzen die umgebende Atmosphäre zu ihren Thätigkeiten. In den Pflanzen existirt meistentheils aus uns noch unbekannten Grundursachen im Leben eine so starke Anziehung, daß der Sauerstoff der Luft nicht nur nicht zerstörend wirkt, sondern daß sogar die Kohlensäure unter Einfluß des Lichtes zersetzt, der Kohlenstoff zur Bildung organischer Theile verwendet, der Sauerstoff dagegen frei wird. Nur einzelne niedere Gewächse, wie die Pilze, nur einzelne Organe der höheren Pflanzen, wie die Geschlechtstheile während des Stadiums der größten Ausbildung derselben, scheinen von dem Grundprincipe, auf Kosten des Sauerstoffs der umgebenden Luft

organische Theile zu verbrennen, und so neben anderen Producten Kohlensäure hervorzubringen, theilweise nicht abzuweichen. Eben so beruht die Bildung der des Nachts von den Vegetabilien abgesonderten Kohlensäure auf einem lebenden Proceß derselben. Bei den bis jetzt hierauf untersuchten Thieren und bei dem Menschen walten in Betreff dieser Beziehungen andere Normen ob. Hier scheint das Gesetz zu gelten, daß alle Momente, welche nach dem Tode die Fäulniß befördern, während des Lebens als nothwendige oder integrirende Lebensreize wirken. So wenig wir auch die Ursache dieser Eigenthümlichkeit klar durchschauen können, so bestimmt deuten die bisherigen Kenntnisse auf die Richtigkeit des ausgesprochenen Axiomes hin. Die wesentlichen Erreger der Fäulniß sind Wärme, Sauerstoff und Wasser. Die Existenz eines jeden Thieres aber ist an eine gewisse Temperaturgröße gebunden. Die Ueberschreitung der beiderseitigen Grenzen derselben zieht unmittelbar den Tod nach sich. Der Sauerstoff der eingeathmeten Luft dient nicht bloß dazu, die Bildung der durch die Lungen und andere Athmungsmedia abgehenden Kohlensäure möglich zu machen, sondern er wirkt auch überall, wohin er vermittelst des Blutes in einer bestimmten zugemessenen Menge gelangt, belebend ein. Ja es dürfte vielleicht nicht unwahrscheinlich sein, daß auch das Wasser in ähnlichen Eigenschaften aufträte. Wir wissen, daß bei der Enthaltsamkeit von Nahrungsmitteln der Hungertod um Vieles später erfolgt, sobald nur durch Wasser für die Befriedigung des Durstes gesorgt wird, ohne daß wir nach unseren bisherigen Kenntnissen des Ernährungsprocesses die Ursache dieser Thatsache genügend erklären können. Bei Verhungernden ist auch der Durst weit quälender als der Hunger. Wir können nicht annehmen, daß das in jenem erstern Falle eingenommene Wasser nur zur Redintegration der durch die Lungen- und Hautausdünstung davongehenden Flüssigkeit diene und so die Theile gleichsam vor dem Austrocknen schütze. Denn die Organe des bei vollkommener Abstinenz Verhungerten erscheinen noch gleich durchfeuchtet. Nur dadurch bleiben sie bis zum letzten Lebensmomente functionell tauglich. Im Ganzen genommen läßt sich daher der Satz aufstellen, daß sehr viele Functionen der Pflanzen eine Zersetzung der Kohlensäure zum Zwecke des zu erhaltenden Kohlenstoffs der Organe, die Thätigkeiten des Menschen und der Thiere dagegen eine Verbindung des Sauerstoffs mit dem Kohlenstoffe der Organe zu Kohlensäure bedingen. Die Pflanzen leben zu einem großen Theile von der Atmosphäre, während die Thiere durch diese verzehrt und in Thätigkeit erhalten werden. Die Kohlensäure, welche durch die Functionen der Gewächse verbraucht wird, kann durch die der Thiere wieder erscheinen. Die Vegetabilien binden bei ihren wesentlichen Thätigkeiten Wärme und Wasser, während die Thiere in dem gleichen Falle beide Materien frei zu erzeugen pflegen. Diese Unterschiede gelten jedoch nur von den Grundprocessen der beiden organischen Reiche im Allgemeinen.

17 Die Art und Weise, wie der Aufbau der Organismen erfolgt, stellt diese in jeder Beziehung unendlich höher, als jede Maschine, welche die schwache Menschenhand zu verfertigen im Stande ist. Durch den dem

Keime inwohnenden Impuls, durch jene eigenthümliche und räthselhafte Anziehung setzt sich die Thätigkeit des lebenden Wesens von Proceß zu Proceß so fort, daß sie im Normalzustande in jedem Momente als eine relativ vollkommenste Maschine erscheint und zugleich für den nächsten Augenblick die Erhaltung dieses Integritäts- und Vollkommenheitsverhältnisses vorbereitet. Sie ist so ihr eigener Baumeister, ihr eigener Reparateur. Sie drückt so als Folge ihrer Thätigkeit ihre Organisationsideen selbst aus, während der Mensch jeder seiner Maschinen nur seine Absichten äußerlich einzupflanzen, sie durch diese zu leiten und nach ihnen bei Beschädigungen wiederherzustellen vermag. Auch für diese Thätigkeit der Organismen hat man eigne Kräfte, wie die Seele (von Stahl), die wesentliche Kraft, vis essentialis (von Wolff), den Bildungstrieb (von Blumenbach) u. dgl. angenommen. Allein auch gegen solche Hypothesen läßt sich wiederum dasselbe sagen, was oben (§. 13) in Betreff der sogenannten Lebenskraft angeführt worden ist.

Die Producte jener gegenseitig einander bedingenden Erfolge der den 18
lebenden Wesen eigenthümlichen Anziehung sind die Entwickelung, das Wachsthum und die Erhaltung der Organismen. Diejenigen Thätigkeiten, welche ihnen zum Grunde liegen, heißen Ernährungsthätigkeiten, nutritive oder, weil sie bei den Pflanzen fast ausschließlich hervorzutreten scheinen, vegetative Functionen. Sie reguliren die Einnahmen und die Ausgaben, den Bestand, den Gewinnst oder den Verlust der lebenden Körper und gruppiren sich bei (den höheren Thieren und) dem Menschen auf folgende Weise. Da durch den immerwährenden Abgang von Materie die Einnahme neuer Speisungsmittel nothwendig wird, da behuf des Wachsthums der Empfang neuer Nahrungsstoffe ein unabweisliches Bedürfniß ist, so haben wir zunächst einen Assimilationsapparat, durch welchen diese Substanzen in den Körper eintreten und hier zu fernerem Gebrauche verarbeitet werden. Der Act der Verdauung versetzt sie in den Zustand, daß das zur weiteren Aufnahme Taugliche für diese Veränderung hinreichend vorbereitet, das Unbrauchbare dagegen als Excrement wiederum entfernt wird. Durch die Thätigkeit der Einsaugung werden die dann zu benutzenden Stoffe, sie mögen aus den Speisen, dem Chymus oder aus dem eigenen Körper stammen oder durch Vermittelung der äußeren Haut oder innerer freier Oberflächen geliefert werden, dem Blute zugeführt und so dieser Centralflüssigkeit aller Ernährungsthätigkeiten beigemischt. Damit aber das Blut zu allen Körpertheilen gelangen könne, wird es durch einen hydraulischen Apparat in dem Organismus herumbewegt. Es erfolgt dieses durch den Kreislauf. Hierbei strömt es auch durch die Lungen (und mittelbar an die äußere Haut und die freien inneren Oberflächen) und tritt so mit der Luft in vermittelte Berührung. Es entsteht dadurch eine gegenseitige chemische Veränderung, welche wir, so weit sie in den Lungen erfolgt, mit dem Namen der Athmung bezeichnen. Es wird Kohlensäure und Wasser ausgehaucht und dafür der Alles belebende und gleichzeitig zur Bildung der genannten Ausscheidungsproducte dienende Sauerstoff aufgenommen. Hier haben wir eine Thätig-

keit, welche einerseits das Ueberflüssige und Schädliche entfernt, zugleich aber auch anderseits ein zum Leben unerläßliches Moment zuführt. Durch eine andere Reihe von Thätigkeiten, die wir mit dem Namen der Absonderungen bezeichnen, erfolgt die Ausscheidung bestimmter Educte oder Producte des Blutes und der alle Organe durchtränkenden Ernährungsflüssigkeit. Ist das Resultat dieser Functionen dampf- oder dunstförmig, so heißt der Proceß Ausdünstung, wenn nicht Absonderung im engeren Sinne des Wortes. Nur ein Theil der so zum Vorschein kommenden Stoffe bleibt im Körper, um daselbst ferneren Zwecken zu dienen. Ein anderer Theil derselben dagegen wird entweder unmittelbar, oder nachdem er einen Nebennutzen erfüllt hat, aus dem Organismus entfernt. Man nennt im Allgemeinen den Act, durch welchen dann nicht mehr verwandte Stoffe aus dem Körper hinweggeschafft werden, den der Aussonderung, der Excretion. Als das Endziel aller dieser Thätigkeiten erscheint endlich die Herstellung der organischen Theile, welche theils die Folge der genannten Functionen bildet, theils die Anregung zu ihnen giebt und deren Proceß man mit dem Namen der Ernährung bezeichnet.

Man sieht leicht, daß bei der innigen Verkettung dieser Thätigkeiten eine einseitige Behandlung einer einzelnen von ihnen unmöglich ist. Bei der Betrachtung einer jeden stellt sich die Nothwendigkeit heraus, hin und wieder auf die andern Rücksicht zu nehmen. Es dürften aber in dieser Beziehung noch die meisten Wiederholungen zu vermeiden sein, wenn wir zuerst die Verdauung, dann die Einsaugung, hierauf den Kreislauf, alsdann die Athmung, nach ihr die Absonderung und endlich die Ernährung betrachten.

19 Außer ihren Ernährungsthätigkeiten zeigen die Thiere und der Mensch eine Reihe von Lebensäußerungen, welche wir in der Pflanze vergeblich suchen und die man daher mit dem Namen der thierischen Thätigkeiten im engeren Sinne oder der animalen Functionen bezeichnet. Es sind dieses die thierische Contractilität und vor Allem die thierische Sensibilität. Zu dieser Reihe von Aeußerungen des animalen Lebens gehört also zuvörderst die thierische Bewegung, welche theils den Ernährungsthätigkeiten des Organismus als wesentliches bedingendes Nebenmoment dient, theils die selbstständigen automatischen oder willkürlichen Ortsveränderungen vermittelt. Wie aber die Bewegungsfähigkeit zur Herstellung der Ernährungsprocesse in Anspruch genommen wird, so haben wir auch das Umgekehrte in den Verhältnissen der Stimme und der Sprache. Hier dienen die durch den Einfluß des Willens geleiteten Bewegungen der Athmungswerkzeuge, der Nase und der Gebilde des Mundes und des Rachens, um jene speciellen Wirkungen hervorzubringen. Durch eine eigenthümliche Reihe specifischer Empfindungen erfassen wir ferner gewisse physikalisch-chemische Verhältnisse der Außenwelt, welche uns sonst entgehen würden. Diese Thätigkeiten bestimmen die Sinnesfunctionen. Durch das Gesicht erkennen wir die Momente des Lichtes, des Schattens und der Farben, durch das Gehör die der erschütterten und in welliger Bewegung ihrer Theilchen begriffenen Körper, durch den Geruch eine Reihe eigenthümlicher Eigenschaften von Molecülen, welche der eingeathmeten Luft beigemischt sind, durch den Geschmack eine Menge ebenfalls besonderer Qualitäten von Substanzen, welche in den mit einzelnen

Gebilden der Mund- und der Rachenhöhle in Berührung kommenden Flüssigkeiten aufgelös't erscheinen. Durch das **Tasten** endlich erfahren wir die Verhältnisse der Beschaffenheit der Oberfläche, der Temperatur und des Gewichtes oder Druckes von Körpern, welche auf freie Oberflächen unseres Organismus, vorzüglich der äußern Haut und der Gebilde unserer Mund-, seltener der Speiseröhre, der Nasenhöhle, des äußeren Gehörganges, der Harnröhre, der Scheide und des Aftertheiles des Mastdarm und noch weniger auf die der übrigen inneren Höhlungstheile einwirken. Den Functionen des Gesichtes, des Gehörs, des Geruches und des Geschmackes liegen eigenthümliche, sogenannte specifike Wahrnehmungen zum Grunde. Das Tastvermögen dagegen bietet einen unmerklichen Uebergang in die Fähigkeit, Schmerzensempfindung zu veranlassen, dar und erscheint so als eine minder vollständig emancipirte Sinnesthätigkeit. Endlich betrachtet die **Nervenphysiologie** die Functionen des Nervensystemes, inwiefern sie auf die thierischen Bewegungen, die Empfindung und überhaupt auf die Lebensäußerungen des Organismus einfließen und mit den Regungen des Geistes in Beziehung stehen.

Hiernach gliedert sich die Lehre von den animalen Functionen des Körpers in die Darstellung der Thätigkeiten der Bewegung, als deren Anhang die Functionen der Stimm- und Sprachbildung zu behandeln sind, die der Sinnesfunctionen und die der Energieen des Nervensystems.

Wie schon früher (§. 14) zum Theil angedeutet wurde, bieten die 20
Organismen noch die, sie von allen durch den Menschen herzustellenden Apparaten unterscheidende, Eigenthümlichkeit dar, daß sie Körper, welche wir mit dem Namen der Keime bezeichnen, erzeugen können. Diese haben dann die Fähigkeit, unter gewissen äußeren Bedingungen selbstständige, ihrem Mutterorganismus gleiche Gebilde zu werden. Erhält sich das organische Individuum durch seine Ernährungsthätigkeiten, producirt hierbei das Thier und der Mensch die Fähigkeit seiner animalen Bewegung und Empfindung, so wird durch die Function der **Zeugung** und Fortpflanzung die Existenz der Gattung gesichert. Obgleich daher diese Thätigkeit in gewisser Beziehung auch nur eine vegetative ist, so charakterisirt sie doch ihr Endzweck auf eine so eigenthümliche Weise, daß sie in der Behandlung des Gesammtgebietes der Physiologie auf fügliche Art von der nutritiven Function gesondert wird.

Die Lehren, welche die Ernährungsthätigkeiten, die animalen Functio- 21
nen und den Zeugungsproceß erläutern, bilden die **specielle Physiologie**. Neben dieser haben wir noch die **allgemeine Physiologie**, welche den lebenden Organismus im Ganzen theils in seinen physikalisch-chemischen, theils in seinen vitalen Verhältnissen betrachtet. Die physikalisch-chemische Untersuchung ist hier eine doppelte. Einerseits erforscht sie die physikalisch-chemischen Bedingungen und Momente, welche in dem Organismus benutzt sind und bei dessen verschiedenartigen Thätigkeiten zum Vorschein kommen. Anderseits erörtert sie die Functionsveränderungen, welche durch die Einwirkung der verschiedenen physikalischen Agentien und differenter chemischer Substanzen bewirkt werden. Eine ähn-

liche Zerfällung kann auch rücksichtlich der vitalen allgemeinen Erscheinungen versucht werden.

22 In der speciellen sowohl, als in der allgemeinen Physiologie wählt man als Norm der Darstellung der Functionen die des erwachsenen Organismus, welche man sich dann als stabil vorstellt. Hiermit wird aber die Schilderung der Thätigkeitsäußerungen des Körpers noch nicht erschöpft. Denn auch sie entwickeln und verändern sich das ganze Leben hindurch. Es gehört deshalb noch zur vollständigen Behandlung der Physiologie eine Entwickelungslehre der Functionen, die mit dem ersten Anfange des Keimes beginnt und mit den Verhältnissen des natürlichen Todes im hohen Greisenalter schließt.

Die sogenannte Entwickelungsgeschichte kann nicht in die Physiologie aufgenommen werden, da sie an und für sich eine anatomische Wissenschaft ist und theils zu der descriptiven, theils zur philosophischen Anatomie gerechnet werden muß. Dagegen zerfällt die Physiologie nach dem eben Erörterten in drei Hauptabschnitte, in die allgemeine Physiologie des Erwachsenen, in die specielle Physiologie desselben und in die Entwickelungslehre der Functionen. Die specielle Physiologie handelt von dem Stoffwechsel, dem Nervenleben und der Zeugung.

Werke, welche die gesammte Physiologie behandeln.

Ich nenne hier nur das Haller'sche Werk als den Codex der älteren Erfahrungen und neben diesem vorzüglich solche Lehrbücher der neueren und neuesten Zeit, welchen einzelne eigenthümliche Originaluntersuchungen einverleibt worden und die daher für das Quellenstudium benutzt werden können.

Alb. ab Haller, elementa physiologiae. Lausannae. Vol. VIII. 1757—66. 4. Zweite nicht vollendete, mit einzelnen Veränderungen und Zusätzen versehene Ausgabe unter dem Titel: De partium c. h. fabrica et functionibus. Vol. VIII. Bernae 1777. 8.

F. Magendie, Précis élémentaire de Physiologie. Quatrième edition. Paris. 1834. 4.

F. Magendie, Handbuch der Physiologie. Nach der dritten vermehrten und verbesserten Ausgabe aus dem Französischen übersetzt mit Anmerkungen und Zusätzen von C. F. Heusinger. II Bde. Eisenach. 1834. 36. 8.

C. A. Rudolphi, Grundriss der Physiologie. Bd. I—III. Berlin 1821—28. 8. (Der vierte Band, welcher das Werk schließen sollte, ist wegen des indeß erfolgten Todes des Verfassers nicht erschienen.)

C. F. Burdach, die Physiologie als Erfahrungswissenschaft. Bd. I—VI. Leipzig. 1826—1840. 8. Die ersten drei Bände erschienen in zweiter Auflage. 1835—1838.

F. Tiedemann, die Physiologie des Menschen. Bd. I. u. III. Darmstadt. 1830 u. 1836. 8.

J. Müller, Handbuch der Physiologie des Menschen. II Bde. Vierte Auflage. Coblenz. 1842. 8.

F. Arnold, Lehrbuch der Physiologie des Menschen. II Bde. Zürich. 1836—1842. 8.

C. G. Carus, System der Physiologie. III Bde. Leipzig. 1838—1840. 8.

R. Wagner Lehrbuch der Physiologie für akademische Vorlesungen und mit besonderer Rücksicht auf das Bedürfniß der Aerzte. Bd. I. Leipzig. 1839—42. 8. Zweite Auflage. Leipzig. 1843. 8.

W. B. Carpenter Principles of human Physiology, with their chief applications to Pathology, Hygiène and Forensic Medicine. Especially designed for the use of Students. London. 1842. 8.

Todd The Cyclopaedia of Anatomy and Physiology. II Vol. London. 1835—39. 8.

R. Wagner Handwörterbuch der Physiologie mit Rücksicht auf physiologische Pathologie. Bd. I. Braunschweig. 1842. 1843. 8.

Allgemeine Physiologie.

1. Physikalisch-chemische Verhältnisse.

Größe der wirksamen Theilchen.

Wie in den Pflanzen und den Thieren, so bedient sich auch die Natur in 23
dem Körper des Menschen zur Herstellung der Functionen desselben sehr
kleiner Gewebeelemente, welche durch ihre meist mehr oder minder ungleich-
artige Zusammenfügung die einzelnen wirksamen Organe erzeugen. Diese
Einrichtung bedingt es dann auch, daß wir zwar die Functionen im Gan-
zen unmittelbar wahrnehmen können, deren wesentliche Erscheinungen und
Ursachen aber häufig erst mit genügender Vollständigkeit durch das Mikro-
skop zu erforschen im Stande sind. Harvey z. B. vermochte wohl durch
eine Reihe von Experimenten und Schlüssen die Nothwendigkeit einer Kreis-
bewegung des Blutes theoretisch darzuthun. Bei der Kleinheit der Capillar-
gefäße aber wurde der Beweis erst dann, als man mit Hilfe des Ver-
größerungsglases das Blut durch die feinsten Blutgefäßnetze der hinreichend
durchsichtigen Theile irgend eines Thieres strömen sah, empirisch vervoll-
ständigt. Daß die Wangen durch Schaam, Freude u. dgl. geröthet wer-
den, durch Schreck, Aerger, Kummer erblassen, daß ein entzündeter Theil
eine intensivere rothe Färbung annimmt, lehrt die tägliche, mit freiem
Auge zu machende Beobachtung. Was aber hierbei vorgehe, wie und durch
welche thätigen Elemente die feinsten Blutgefäße ihre Durchmesser ver-
ändern, wie diesem entsprechend das Blut in einen andern Zustand ge-
räth, kann allein das Mikroskop darlegen. Bewegt ein Mensch seinen
Vorderarm gegen den Oberarm, so zeigt sich unmittelbar, daß der zwei-
bäuchige Armmuskel desselben an Länge verliert und an Dicke gewinnt.
Wie dieses jedoch hervorgebracht werde, erfahren wir erst, wenn wir die
Muskelsubstanz in den Momenten ihrer Contraction unter vergrößernden
Linsen beobachten. Diese Nothwendigkeit einer feinern mikroskopischen Unter-
suchung bedingt es aber, daß wir fast immer, so weit nicht bloße Schlüsse
aus dem anatomischen Verhalten oder aus chemischen Versuchen ausreichen,
sondern sofern die unmittelbare Beobachtung der wirksamen Theilchen er-
forderlich ist, die Grunderfahrungen an geeigneten Parthieen von Thieren
anstellen und durch Analogieschlüsse auf den Menschen übertragen müssen.

Was wir von dem Blutlaufe in den feinsten Blutgefäßnetzen wissen, was uns über die einzelnen Contractionselemente der Gefäßwandungen bekannt ist, was bis jetzt über die verschiedenen Zusammenziehungsweisen der Muskelfasern erforscht worden, man verdankt es den an Thieren angestellten mikroskopischen Untersuchungen.

24 Obgleich alle wirksamen Elementartheile unseres Körpers so klein sind, daß sie unserem unbewaffneten Auge entgehen, so kann es doch durch eine bedeutendere gleichartige Aggregation derselben oder einander sehr verwandten Gewebeelemente möglich werden, daß die Function eines Organes oder eines Organtheiles schon ohne Mikroskop bis zu einem gewissen genügenden Grade erforscht wird. In der Krystalllinse des Auges z. B. haben wir überall Schichten von wesentlich denselben Linsen-Fasern, die nur in dem Centrum feiner und dichter, als an der Peripherie sind. Alle theilen die gleiche Bestimmung, die durchgehenden Lichtstrahlen nach Maaßgabe der Dichtigkeit ihrer Masse zu brechen. Hier können wir daher schon mit freiem Auge die Brechkraft des ganzen Krystallkörpers, so wie die des Kernes und der peripherischen Lagen vereinzelt bestimmen, obgleich freilich selbst in diesem Falle eine möglichst detaillirte Untersuchung ebenfalls erfordern würde, die Brechungsintensität der einzelnen mikroskopischen Fasern und Faserlagen zu erforschen. Wiewohl jede thätige Muskelfaser nur unter dem Vergrößerungsglase erkennbar ist, so bedingt doch die zahlreiche gleichartige Zusammenhäufung derselben in einem Muskel, daß wir die Größe und die Kraft der Verkürzung desselben unmittelbar zu finden im Stande sind. Wo dagegen sehr ungleichartige oder verschieden wirksame Elementartheile dicht bei einander liegen, entgeht uns auch die Möglichkeit, hinreichend tief eindringende Beobachtungen und Versuche anzustellen. Die Umwandlung des Chylus in Blut, die verschiedenen Metamorphosen des letzteren durch die Ernährung und Athmung werden wahrscheinlich immer nur unvollkommen gekannt sein, weil hier zu verschiedenartige Mischungen mikroskopischer Elemente in den Weg treten. Nichts hemmt die Erkenntniß der materiellen Functionen des Gehirnes und des Rückenmarkes so sehr, als das Hinderniß, daß in dem Centralnervensysteme heterogene Nervenkörper und verschiedenartige Primitivfasern nahe bei einander liegen und isolirt keinem Experimente unterworfen werden können.

25 Wiewohl die kleinsten wirksamen Theilchen einander wechselseitig in ihren Thätigkeiten bedingen, so haben sie doch anderseits schon vermöge ihrer eigenthümlichen physikalisch-chemischen Beschaffenheit eine gewisse Selbstständigkeit ihrer Functionen. Wir finden daher in dem Organismus eine Reihe gleichsam molecularer Lebensäußerungen, die wir immer unmittelbar beobachten, fast nie aber in ihren Ursachen ergründen können. Jeder Elementartheil, jede Zellgewebe-, jede Muskelfaser, jede Epithelialzelle wächst in gewisser Hinsicht selbstständig und zieht für sich aus der gemeinsamen Ernährungsflüssigkeit nur die für sie tauglichen Stoffe an. Jede einzelne peripherische Nervenprimitivfaser leitet ihren eigenthümlichen Reiz, ohne dadurch gestört zu werden, daß ihre Nachbarfaser ruht oder sich in gleichartiger oder ungleichartiger Thätigkeit befindet. Eine Muskel-

faser kann sich nicht nur für sich im Ganzen, sondern auch bloß in einzelnen ihrer aliquoten Theile zusammenziehen. Nicht nur die Härchen jeder besonderen Flimmerzelle, sondern auch einzelne Cilien derselben vermögen, während die übrigen ruhen, ihre Schwingungen fortzusetzen.

Bei der Aggregation mikroskopischer Elementartheile zu größeren Or- 26
ganen und Organparthieen ergeben sich natürlich rücksichtlich der functionellen Bedeutung zweierlei Verhältnisse. Einerseits nämlich ist die Natur der einzelnen Gewebeelemente und anderseits das Quantum der Anhäufung derselben zu berücksichtigen. Die ungleichartigen Elementartheilchen müssen auch ungleichartige Wirkungen bedingen. Die Thätigkeit eines jeden Organes, welches aus ihnen besteht, muß auch das Resultat einer complicirten Menge von Einzelfunctionen sein. Das scheinbar einfache Endergebniß derselben bildet gleichsam das Facit jener untergeordneten Verschiedenheiten. Wenn wir z. B. als die Absonderungsflüssigkeit der Leber die Galle hervortreten sehen, so ist diese einförmigere Bildung das verwickelte Product der Mischung des stark venösen Pfortaderblutes mit dem hellrothen Blute der Verzweigungen der Leberarterie, so wie das Resultat der eigenthümlichen Thätigkeit der an und für sich noch complicirten Gallenkanälchen. Die Anhäufung gleichartiger Elementartheile dagegen bedingt auch ursprünglich homogenere Functionsäußerungen, welche sich nur nach Maaßgabe der wirksamen Elemente summiren, nicht aber qualitativ verändern. Die Zusammenziehung, welche z. B. eine einzelne Muskelfaser hervorbringt, ist ihrem Wesen nach dieselbe, wie die, welche durch den stärksten Muskel erzeugt wird. Nur vergrößert sich die Menge der in dem letzteren Falle frei werdenden Kraft mit der größeren Zahl der in einem stärkeren muskulösen Gebilde in Thätigkeit gesetzten contractilen Elementartheile. Der Proceß, durch welchen Eine Fettkugel gebildet wird, ist an und für sich der gleiche, wie der, welcher eine bedeutende Fettablagerung in dem gesammten Körper bedingt. Nur die Quantität der letzteren übt durch ihre Masse einen eigenthümlichen Einfluß auf die übrigen Thätigkeiten des Organismus aus. Das Analoge gilt von den verschiedenartigen Producten, welche bei einzelnen Krankheitsprocessen zum Vorschein kommen. Die Entdeckung weniger Krebszellen belehrt uns z. B., daß ein Individuum an einer den Kräften der Heilkunst widerstehenden Dyskrasie leide. Ein kleines Sarcom ist in dieser Beziehung von demselben Interesse, wie die größte sarcomatöse Geschwulst, die einen Fuß und mehr im Durchmesser hat. Das quantitativ Bedeutendere solcher Folgen krankhafter Bildungsrichtungen erlangt nur dadurch eine größere Wichtigkeit, daß es endlich den übrigen Körpertheilen zu viel Säfte entzieht und früher oder später deren Wohlsein, ja die Existenz des ganzen Individuums untergräbt.

Da die größeren Organe unseres Körpers aus überaus zahlreichen 27
Mengen wirksamer Elementartheile bestehen, so muß schon ein größeres Quantum derselben zerstört oder verletzt sein, bevor ausfallendere Störungen hervortreten. Dieser Umstand sichert auch die Dauer der Apparate, welche unsern Körper zusammensetzen. Kleine Einwirkungen können

zunächst immer nur kleinere Erfolge bedingen. Selbst die Ansteckungsstoffe und die Gifte machen wahrscheinlich keine Ausnahme von diesem Gesetze. Von denjenigen Infectionen, welche auf Mittheilung parasitischer Schimmelbildungen beruhen, wissen wir, daß sie bloß dadurch ausgedehnter werden und eine bedeutendere Wirksamkeit erlangen, daß sie sich auf günstigem Mutterboden sehr schnell vermehren, und daß so Tausende von ihnen mit Tausenden von Elementartheilen des thierischen Körpers in Kampf treten. Bei den Contagien findet wahrscheinlich in gewisser Beziehung etwas Aehnliches Statt. Gleich wie ein gährender oder faulender Körper, sobald er mit Substanzen, welche ähnlicher Umsetzungen fähig sind, in Berührung kommt, diese zu den analogen Metamorphosen anregt [1]), so tritt wahrscheinlich dasselbe bei den Ansteckungsstoffen ein. Indem sich die Wirkung derselben in dem Blute und den Säften molecular fortpflanzt, entsteht ein um so größerer Verbreitungsbezirk krankhafter Umsetzungen, so daß sich diese endlich durch das Leiden ganzer Organe und Systeme kenntlich machen. Auf ähnliche Weise kann man sich selbst die Wirkung der Narcotica und überhaupt aller Medicamente, welche in sehr kleinen Gaben bedeutendere Effecte ausüben, vorstellen. Nur darf man hierbei nicht vergessen, daß alle Ideen der Art unbekannte Processe durch Parallelen versinnlichen, nicht aber erklären oder näher kennen lehren.

Dichtigkeit und Zusammenfügung.

28 Die Eigenthümlichkeit der Substanzen, aus welchen der Organismus aufgebaut wird (§. 13 ff.), bedingt es, daß die meisten Theile unseres Körpers nicht ganz fest sind, sondern entweder eine tropfbar flüssige bis halb flüssige Consistenz haben oder bei ihrer größeren Durchtränkung mit Wasser viel weicher und biegsamer, als es ihr absoluter Cohäsionsgrad erfordern würde, erscheinen. Nur auf diesem Wege aber ließ sich die Zartheit, Beweglichkeit und Pünktlichkeit aller Functionen, welche der Organismus darbietet, erreichen. Nöthigte uns nicht die größere Veränderlichkeit, welcher fast alle Substanzen bei Berührung mit Wasser früher oder später unterliegen, von diesem Principe bei der Construction unserer aus stabilem Materiale zu errichtenden Maschinen abzuweichen, so würden wir nach jener von der Natur befolgten Grundlage Apparate, welche an Leichtigkeit und Grazie der Wirkung die bisherigen Kunstwerke bei Weitem übertreffen, herzustellen vermögen. Nur wo mechanische oder andere Zwecke einen größeren Widerstand, als flüssige oder halbweiche Körper leisten können, nothwendig machen, finden sich auch in den organischen Wesen cohärentere Gebilde. Dieser innigere Zusammenhang der Theilchen wird aber auf zwei Wegen erreicht. 1) Durch die Beimischung einer bedeutenderen Menge von härteren unorganischen Stoffen muß natürlich das wei-

[1]) J. Liebig, die organische Chemie in ihrer Anwendung auf Agricultur und Chemie. Erste Auflage. Braunschweig. 1840. 8. S. 299 ff.

chere organische Material eine größere mechanische Widerstandskraft erlangen. Die Natur bedient sich als solcher Beimischungssubstanzen vorzüglich der dauerhafteren Erdsalze, insbesondere der phosphorsauren Kalkerde, welche sie mit dem Knochenknorpel, dem Zahnknorpel verbindet, um die Härte der Knochen und der Zähne zu erreichen. Dieser Zweck wird aber nur dann erfüllt, wenn die Masse des eingeführten unorganischen Absatzes die Menge der organischen Elemente übertrifft. Wir haben daher auch in unseren Knochen ungefähr neben 33,3 % organischer Substanzen 66,7 % feuerbeständige Verbindungen, unter denen die basisch-phosphorsaure Kalkerde allein 53 % ausmacht. Auf 1/3 weicherer Elemente kommen also hier 2/3 Hartgebilde. In den Zähnen steigert sich das Verhältniß sogar in dem Grade, daß nur 2 % organischer Materien existiren, und daß von den übrigen 98 % 88,5 % allein der basisch-phosphorsauren Kalkerde nebst dem Fluorcalcium angehören (Berzelius)[1]. 2) Ein anderes Mittel, um härtere Substanzen herzustellen, besteht in einem intensiveren Verhornungsprocesse, wie wir ihn in den oberen Schichten der Epidermis, den Nägeln und den Haaren vorfinden. Mit vorschreitender Cornification nimmt der Wassergehalt ab. Dieses geht endlich so weit, daß stets alle genannten, an den äußeren Oberflächen unseres Körpers befindlichen Horngebilde mehr oder minder luft-trocken werden. Hierdurch erhalten sie aber die Kraft, größeren Graden des Druckes einen intensiveren Widerstand zu leisten und bei den schädlichen Einflüssen der äußern Umgebung stabiler zu bleiben.

Mit dem Verluste ihrer halbweichen Consistenz werden auch die beweglichen Theile unseres Körpers unfähig, regelrecht zu functioniren, so wie umgekehrt krankhaft erweichte Hartgebilde ebenfalls mehr oder minder ihren Zweck verfehlen. Die gesunde Arterie z. B. ist ein Schlauch, der bei regulärem Kreislauf durch Füllung mit Blut ausgedehnt und bei theilweiser Entleerung desselben durch seine Spannkraft verengert werden soll. Enthalten ihre Wandungen krankhafter Weise Kalkablagerungen, so verliert sie diese ihre Elasticität mehr oder minder. Die Circulation wird in gleichem Maaße gestört. Dir dreizipfelige und die bischofsmützenartige Klappe des Herzens haben die Bestimmung, das Blut während der Zusammenziehung der Herzkammern von dem Eintritte in die Vorkammern abzuhalten. Sie können aber diesen Zweck, so wie sie durch krankhafte Kalkablagerungen starrer werden, nur unvollständig erfüllen. Umgekehrt biegt sich ein Knochen, der zu wenig Erdsalze führt, durch einen auf ihn einwirkenden Druck, wie uns z. B. die englische Krankheit zeigt; oder er kann sogar bei höherm Grade des Mangels an Knochenerde durch den bloßen Zug der Muskeln in seiner Continuität gestört werden. Ein Mensch, der an Knochenerweichung oder Osteomalacie leidet, bricht sehr leicht bei dem bloßen Umwenden im Bette einen Knochen, weil dieser der Kraft der sich an ihn anfügenden contrahirten Muskeln keinen hinreichenden Widerstand entgegenzusetzen vermag.

Die Erhaltung der regelrechten Härte der dichteren Horn- 29
gebilde steht mit der Durchweichung der letzteren in umgekehrtem Verhältnisse. Die Natur hat daher auch hier die Möglichkeit einer zu starken Wasseraufnahme auf zwei Wegen, so sehr es angeht, verhütet. Einerseits wird die feste Hornsubstanz nur schwer und langsam von Wasser

---

[1] J. J. Berzelius Lehrbuch der Chemie. Aus der schwedischen Handschrift des Verf. übersetzt von F. Wöhler. Vierte Auflage. Bd. IX. Dresden und Leipzig. 1840. 8. S. 553.

durchdrungen und anderseits werden wenigstens die Oberhaut und die Haare durch Nebenabsonderungen, die an ihnen oder in ihrer Nähe Statt finden, mehr oder minder eingeölt und daher sowohl glatter, als dem Wasser unzugänglicher gemacht. Beide Momente bilden aber nur relative Schutzmittel und können daher auch durch äußere Einwirkungen aufgehoben werden. Halten wir z. B. einen Finger längere Zeit unter Wasser, so durchtränken sich endlich die verhornten Epidermidalblättchen mit diesem, erweichen und lockern sich auf. Sie verlieren aber hierdurch den ihnen nothwendigen Grad von Widerstandskraft gegen äußern Druck, das Tasten wird daher schmerzhaft. Noch mehr ist dieses der Fall, wenn in Folge einer eiternden Wunde die alte Oberhaut entfernt worden, und die neue noch nicht ihre normale Dicke und den regelrechten Grad der Verhornung erlangt hat.

Bei allen härteren Theilen ist eine zu reichliche Ablagerung von erdigen Stoffen mit dem Nachtheile verbunden, daß dadurch eine zu große Sprödigkeit oder eine zu bedeutende Härte entsteht. Alte Leute z. B. brechen sehr leicht einen Knochen, vorzüglich den die Last des Kopfes und des Rumpfes bisweilen gänzlich tragenden Oberschenkelhals, weil ihre Knochensubstanz relativ zu kalkreich ist.

30 Während die elastisch flüssigen Substanzen, welche in dem Organismus enthalten sind, in der Regel, so weit wir wissen, keine festen Theilchen mechanisch beigemengt haben, zeigen die meisten tropfbaren Flüssigkeiten unseres Körpers eine größere oder geringere, nothwendige oder zufällige Beimischung dichterer Gebilde, gleichwie umgekehrt die härteren Parthieen mehr oder minder mit Wasser durchtränkt sind und absolut trockene Substanzen in keinem Organe überhaupt vorkommen. Das Blut führt seine Blut-, der Milchsaft seine Chylus-, die Lymphe ihre Lymphkörperchen als unerläßliche Gemengtheile. Vorherrschend flüssige Mischungen, wie die wässerige Feuchtigkeit des Auges, der Speichel, die Galle, der Urin, die verschiedenen Schleimarten, die flüssigen Fettabsonderungen der Haut u. s. w. zeigen stets eine mehr zufällige und variable Beimengung von Epithelialblättchen, die sich von den sie zu irgend einer Zeit ihrer Existenz einschließenden Wandungen loslösen. Mehr noch vergrößert sich die Consistenz dieser, wie der übrigen Fluida unseres Körpers dadurch, daß sie in ihrer Mutterflüssigkeit eine geringere oder größere Menge von Stoffen aufgelös't oder gebunden enthalten. Reines destillirtes Wasser existirt nirgends in unserm Organismus. Denn im Mittel führen der Schweiß 0,5 bis 1,25 %, der Speichel 0,71 %, der Magensaft 1,269 %, die wässerige Feuchtigkeit des Auges 1,90 %, die Amniosflüssigkeit 2,055 bis 0,971 %, die Lymphe des Fußes 3,074 %, der Nasenschleim 6,63 %, der Bauchspeichel (des Hundes) 8,72 %, der Same 10,0 %, die Galle 12,44 % bis 9,56 % und die Frauenmilch 17,20 bis 8,60 % oder vielleicht selbst 21,07 % (Meggenhofen) fester Materien. Der dichte Rückstand des Blutes dagegen beträgt nach 83 Bestimmung bei Männern 26,80 bis 19,5 %, bei Frauen 25,0 bis 15,20 und bei den ersteren im Mittel 23,3 %, bei den letzteren im Durchschnitt 21,30 %. Wir sehen hieraus, daß, wenn wir uns an die letzteren Mittelzahlen halten, kein Flui-

dum unseres Körpers im Normalzustande theils in chemischer Lösung, theils in mechanischer Beimischung mehr feste Bestandtheile, als das Blut führt. Dasselbe Gesetz scheint auch für die pathologischen Flüssigkeiten seine Geltung zu finden. Nicht nur die dünnen, sondern die sehr dichteren krankhaften Absonderungen haben, so lange sie nicht gänzlich in den halbfesten Zustand übergehen, einen größern Wassergehalt als das Blut. Die dichten Theile der bei der Gehirnwassersucht in den Seitenventrikeln des großen Gehirns enthaltenen Flüssigkeit betragen nur 1,0003 bis 1,170 %, die des Inhaltes der Hydatiden 1,54 bis 3,50 %. Das bei Bauchwassersucht abgezapfte Wasser führt 4,78 %, der Inhalt einer Grützgeschwulst 11,685 % und der Eiter 11,682 % trockenen Rückstandes. Die festeren Theile unseres Körpers erscheinen stets an und für sich wasserärmer als das Blut. Nur eine sehr starke nothwendige oder zufällige Durchtränkung mit Wasser oder wässeriger Ernährungsflüssigkeit dürfte eine mehr scheinbare als wirkliche Ausnahme hiervon bedingen. So führt der mit Wasser sehr gefüllte Glaskörper des Auges nur 1,60 % fester Substanzen. Bei starker Durchfeuchtung dichterer Gebilde kann der Wassergehalt derselben dem des Blutes ungefähr gleich kommen oder ihn sogar noch um etwas übertreffen. So zeigte z. B. das laxe Zellgewebe der Leistengegend eines Pferdes, das offenbar in seinen Maschenräumen sehr viel Ernährungsflüssigkeit einschloß, nur 20,23 % festen Rückstandes, während das arterielle Blut desselben Thieres 20,37 % dichter Materien lieferte. In der Gehirnmasse des Menschen scheint ein ähnlicher Fall theils wegen des Reichthumes an Wasser, theils wegen des Fettgehaltes einzutreten. Im Ganzen lieferte sie 20,0 bis 25,0 % fester Stoffe. Die Marksubstanz ergab 27,0 % und die wahrscheinlich mit Blut gefüllte Rindensubstanz nur 15,0 % derselben (Vauquelin). Auch die Muskeln hinterlassen nur 22,87 % fester Bestandtheile (Berzelius). Sehr problematisch dagegen dürfte die Angabe (von Lassaigne) sein, daß die Netzhaut des Auges nur 7,1 % Rückstand ergebe. Denn hier, wie bei allen anderen dichteren Gebilden, ist es sehr schwer, ja oft unmöglich, das zufällig anhaftende Wasser von dem zu dem Theile gehörenden zu trennen. Je kleiner aber die Masse des letztern ist — was eben bei der Retina in hohem Grade Statt findet — um so größer muß der dann entstehende Fehler ausfallen. Die übrigen, bis jetzt geprüften starreren Theile des menschlichen Körpers zeigten einen größeren Gehalt an festen Materien, als selbst die Minima des Blutes in dieser Hinsicht ergeben. So boten z. B. nach dem Verdampfen der Ohrknorpel 30,64 % (Blainville), die Sehnen 37,98 %, die Leber 38,21 %, die Krystalllinse des Auges 42,0 % und die Lederhaut 42,5 % dar. Bei jenem Pferde, dessen Arterienblut 20,37 % fester Stoffe lieferte, betrug der Rückstand der Ohrspeicheldrüse 21,36 %, der des Splenius capitis 24,34 %, der der Leber 27,90 %, der des Knieescheibenbandes 30,70 %, der der Sehne des Tibialis anticus 33,05 %, der des Nackenbandes 35,95 %, der des Knorpels des Schulterblattes 42,70 und der des völlig von seiner Beinhaut befreiten und vorher möglichst lufttrocken gemachten Rippenknochens 85,54 %. Der letztere Werth ist wahrscheinlich zu groß, weil es

fast unmöglich ist, nicht vollständig gepülverte Knochen durch Einwirkung mäßiger Wärme von allem Wasser zu befreien. Bei allen Bestimmungen aber beträgt der Wassergehalt wahrscheinlich weniger, als die Subtraction des procentigen festen Rückstandes von 100 ergiebt, weil bei dem Verdampfen auch flüchtige Stoffe leicht davongehen. Nur unter der Voraussetzung ihrer Durchtränkung mit Wasser können aber die organischen Theile regelrecht wirken.

Wird ihnen durch krankhafte Ursachen dieses Wasser entzogen, so entstehen auch so lange abnorme Wirkungen, als ihnen nicht die nothwendige durchtränkende Flüssigkeit wiedergegeben worden. Wenn wir uns z. B. den Finger verbrennen, so tauchen wir ihn instinktmäßig in kaltes Wasser. Hier wirkt zwar die Kälte allerdings beruhigend und entzündungswidrig; allein so lange die Haut nicht vollständig von Flüssigkeit durchdrungen ist, tritt der Schmerz, so wie wir den Finger aus dem Wasser entfernen, auf der Stelle wiederum ein. Ist jene Bedingung erfüllt, so bleibt diese unangenehme Empfindung ebenfalls aus. Der Instinkt führt auch aus diesem Grunde viele Menschen, den verbrannten Finger in den Mund einzuführen und so die Haut mit dem, wenn auch wärmern Speichel zu durchtränken.

Zu wasserarme Theile können auf keine beweglichere Art functioniren. Schon die Knochen liefern trotz ihres noch verhältnißmäßig bedeutenden Wassergehaltes den Beweis hierfür. Ob krankhafte Ablagerungen je vollkommen trocken sein können, steht sehr dahin; daß aber die meisten Concremente, von den anhaftenden Flüssigkeiten gereinigt, häufig fast gänzlich oder sogar vollständig lufttrocken sind, ist bekannt. Wie gering ihre absolute Wassermenge erscheinen könne, zeigen z. B. Speichelsteine des Pferdes, die nur 2,42 % bis 3,0 % Feuchtigkeit enthielten. (Lassaigne und Henry.)

31 Da das Blut die Centralflüssigkeit, gleichsam die Mutterlauge, aus welcher die flüssigeren sowohl, als die festeren Theile unseres Körpers hervorgehen, bildet, so läßt sich schon theoretisch erwarten, daß alle fluideren Massen unseres Körpers eine geringere, alle solideren eine größere Dichtigkeit, als das Blut haben werden. Nun wird aber diese nicht nur durch den Gehalt an festem Rückstande, sondern auch unter Voraussetzung dergleichen Temperatur durch das specifische Gewicht bestimmt [1]). In der That finden wir die oben erwähnte Folgerung in der Erfahrung bestätigt. Nur bilden natürlich das specifisch leichtere Fett und die an diesem reicheren Theile, wie die Gehirnsubstanz, die mit viel Cholestearin versehenen Gallensteine u. dgl. leicht zu erklärende Ausnahmen. Die ganz reinen Knochen haben als specifisches Gewicht 1,8777 [2]), die mit Periost und Mark noch versehenen 1,4554 bis 1,2157, der ächte Knorpel 1,0883, die Krystalllinse 1,079, die Venenwandungen 1,106 bis 1,102, die Wände der Schlagadern 1,098 bis 1,06 und die Muskeln 1,073 bis 1,0555. Das Blut dagegen besitzt bei 15° eine Eigenschwere von 1,0527 bis 1,057, also im Durchschnitt von 1,05485, so daß es selbst im Mittel

---

[1]) Bei der Feststellung des specifischen Gewichtes der Theile des menschlichen Körpers, wie es bis jetzt vorliegt, vermißt man häufig zwei nicht unwichtige Momente. Einerseits nämlich fehlt nicht selten die Angabe der Temperatur, bei welcher das specifische Gewicht entnommen worden, so daß eine Reduction auf die mittlere Wärme im lebenden Körper, etwa auf 37°5 C., unmöglich wird. Anderseits ist oft nicht untersucht worden, ob durch das Erkalten der Theile nach dem Tode flüchtige Stoffe entwichen sind oder nicht.

[2]) C. F. Th. Krause Handbuch der menschlichen Anatomie. Zweite Auflage. Bd. I. Abth. I. Hannover 1841. 8. S. 73.

specifisch etwas leichter, als die mit Blut und Ernährungsflüssigkeit reichlich durchtränkten und meist noch mit mechanisch abgelagertem Fett versehenen Muskeln erscheint. Bei festeren Substanzen kann die Existenz bedeutender Fettmengen eine verhältnißmäßig starke Correction des specifischen Gewichtes im Ganzen hervorrufen. Das Menschenfett hat eine Eigenschwere von 0,932, das Elain desselben sogar nur eine solche von 0,913. Die so fettreiche Gehirnsubstanz bietet daher nur ein specifisches Gewicht von 1,0343 bis 1,0415, im Mittel von 1,0379 dar. Die Eigenschwere aller Flüssigkeiten unseres Körpers aber sinkt unter die mittlere Eigenschwere des Blutes = 1,05485 hinab. Die Lymphe hat in dieser Beziehung als Werth nur 1,037, die Frauenmilch 1,0280 bis 1,0345, die Galle (des Ochsen) 1,026, die Amniosflüssigkeit 1,0182 bis 1,0092, der Urin 1,005 bis 1,030 und im Mittel 1,0125, der Magensaft 1,005 und der Speichel 1,0043. Dasselbe gilt von verschiedenartigen Krankheitsproducten. Die in der Hirnhöhlenwassersucht ergossene Flüssigkeit zeigte ein specifisches Gewicht von 1,010 bis 1,020, der fettreiche Eiter bei 22° C. ein solches von 1,027. Aus Cholestearin vorzugsweise zusammengesetzte Gallensteine ergaben 0,803 (?) bis 1,06. Wir werden in der Folge sehen, daß diese geringere Eigenschwere der flüssigen und dieses größere specifische Gewicht der festeren, nicht zu fettreichen Gebilde nothwendigen Folge der in unserm Körper realisirten Verhältnisse der Haarröhrchenanziehung und der organischen Ernährungsattraction sind.

Das specifische Gewicht eines Menschen im Ganzen wird natürlich durch die Eigenschwere und die Mengen der einzelnen Bestandtheile bestimmt. Nur das Fett und die in den Lungen, dem Darme und anderen Organen enthaltenen Gase sind specifisch leichter, alle anderen Theile unseres Körpers dagegen schwerer als das Wasser. Ein sehr fetter Mensch wird daher specifisch leichter, als ein magerer, ein Individuum von starkem Knochenbau schwerer als ein solches mit schwachem sein. Bei dem Schwimmen suchen wir uns zum Theil dadurch oben zu erhalten, daß wir sehr tief einathmen, d. h. daß wir die Lungen mit Luft möglichst anfüllen und so durch die Einnahme eines größern Quantum dieses Körpers, der beinahe 770 Mal so leicht, als das Wasser ist, die größere Eigenschwere unserer meisten Organe zu compensiren uns bemühen. Es ergiebt sich aber hieraus von selbst, daß das specifische Gewicht des Menschen im Ganzen, gleich seinem Körpergewichte, vielen Variationen unterworfen sein müsse. Robertson glaubte durch Versuche zu dem Ergebnisse gelangt zu sein, daß der Mensch in der Regel specifisch leichter, als das Wasser sei. Unter zehn Individuen, deren Eigenschwere mittelst eines eigenen Apparates bestimmt wurde, hatten drei so ziemlich das specifische Gewicht des Wassers, indem Einer von ihnen etwas schwerer, zwei dagegen etwas leichter, als dieses waren. Drei Andere ergaben nur eine Eigenschwere von 0,8. Die der fünf übrigen Personen lag zwisches den beiden genannten Grenzen. Im Durchschnitte zeigte sich, daß bei einer Höhe von 5 engl. Fuß 6⅔ Zoll, einem Körpergewicht von 146 Pfd. und einem Volumen von 2,618 Cubikfuß, die Eigenschwere des gesammten Menschen 0,891 betrug. Da nun diese Zahl, wenn man selbst das Maximum der in den Lungen enthaltenen Luft in Anschlag bringt, zu klein ist, so nahm Dalton [1]) zu der Erklärung, daß durch den atmosphärischen Druck alle Theile mehr oder minder mit Luft durchdrungen seien, und daß dieses die bedeutende Correction verursache, seine Zuflucht. Bedenken wir aber, daß das specifische Gewicht des Fettes des Menschen zu 0,92 angeschlagen werden kann, die Knochen dagegen, welche als trockenes Skelett $\frac{1}{15}$ — $\frac{1}{16}$ unseres Körpers im

---

[1]) Froriep's Notizen für Natur- und Heilkunde. Bd. XXXIV. Erfurt. 1832. 4. S. 336.

Durchschnitte ausmachen, frisch ein specifisches Gewicht von 1,8777 haben, so müßte in unserm Organismus, wenn dessen specifisches Gewicht 0,891 betragen sollte, so viel Luft enthalten sein, daß diese nicht nur das durch die Knochen und die Weichgebilde, sondern auch selbst das durch das Fett bedingte Gewicht verminderte, eine Annahme, die in keiner Hinsicht gerechtfertigt werden kann. Ueberdies lehrt die tägliche Erfahrung, daß die meisten Menschen nicht nur in ruhigem Flußwasser, sondern auch in stillem Meerwasser, dessen spec. Gewicht 1,02 bis 1,03, im Mittel 1,062 (Harkneß) ist, ohne Schwimmanstrengungen untersinken, und daß der Leichnam eines Ertrunkenen, bei dem freilich die Höhlungen des Mundes, der Nase und der Lungen mit Wasser gefüllt sind, nicht eher emporsteigt, als bis sich durch weit fortgeschrittene Fäulniß eine große Menge von Gasen entwickelt haben. Bei einem specifischen Gewichte von 0,891 müßten wir aber von selbst und noch leichter als Fett auf dem Wasser schwimmen. Offenbar liegt aber der Fehler Robertson's darin, daß er im Verhältniß zum Körpergewicht ein zu großes Volumen angenommen. Denn wenn dieses bei 5 Fuß 6⅔ Zoll engl = 1,71 — 1,72 Meter Länge eines Individuums im Durchschnitt 2,618 engl. Cubikfuß = 74088 Cubikcentimeter betrüge, so müßte, da das mittlere Körpergewicht eines 40jährigen Menschen von der angegebenen Höhe 68810 Grm. gleicht und 1 Cubikcentimeter Wasser 1 Grm. wiegt, höchstens ein spec. Gewicht von 0,929 herauskommen. Richtiger ist daher die Schätzung von Baumgartner [1]), welcher bei einem Körpergewichte von 125 Wiener Pfund einen Rauminhalt von 2 Cubikfuß annimmt. Da nun 1 Cubikfuß Wasser ungefähr 56½ Pfd. wiegt, so ergäbe sich dann ein spec. Gew. von 1,10. Allein auch diese Zahl dürfte sich eher dem Maximum als dem Mittel annähern. Da 2 Wiener Cubikfuß nahe bei 64000 Cubikcentimeter ausmachen, so kommen wir wahrscheinlich der Wahrheit am nächsten, wenn wir als den mittleren Rauminhalt eines Erwachsenen von 1,7 Meter Höhe jene Größe und als mittleres Körpergewicht eines 25jährigen Mannes 68290 Grm. (Quetelet) annehmen. Wir erhalten dann ein spec. Gewicht von 1,066, d. h. etwas mehr, als das mittlere specifische Gewicht des Blutes. Hieraus erklärte sich dann leicht das Untersinken im Fluß- und im Seewasser, und weshalb wir schon, wenn wir ein Meerbad nehmen, von der nur $\frac{2}{100}$ — $\frac{3}{100}$ schwereren Flüssigkeit auffallend gehoben werden. Bei einem Körpergewichte von 130 Pfd. und einer Eigenschwere von 1,1 würde ein Mensch mit einer Korkschürze von 4½ Pfd. mit einer Kraft von 2,44 Pfd. in die Höhe geführt, so daß sein ganzer Kopf schon außerhalb des Wassers bleiben kann [2]).

32 Die Wasserdurchtränkung selbst der festeren Theile unseres Organismus macht es möglich, daß diese einen bedeutenden, ihnen eigenthümlichen, größern oder geringern Grad von Widerstandskraft gegen Druck und Zug erhalten, ohne daß diese Eigenschaft durch die Sprödigkeit, welche ganz harten und wasserlosen Substanzen zukommt, gestört wird. Das eingetrocknete Albumin, so wie alle anderen in gleichem Zustande befindlichen Proteinkörper überhaupt springen wie Glas, während kein gesunder eiweißhaltiger Theil unseres Körpers eine solche Erscheinung darbietet. Ein Seidenfaden leistet einem auf ihn wirkenden Zuge größeren Widerstand, als dieses ein Eisendraht von dem gleichen Volumen zu vollführen im Stande sein würde (W. Weber). Wenn daher auch die organischen Theile durch ihre Durchweichung und ihren Wassergehalt selbst im lufttrockenen Zustande auf den ersten Blick zu verlieren scheinen, so ist dieses bei genauerer Betrachtung doch nicht der Fall. Sie werden vielmehr hierdurch in ihrer Integrität gesicherter und zu ihren Kraftäußerungen geschickter gemacht. Jenen Wassergehalt der Gebilde erleichtert aber die Natur

[1]) A. Baumgartner, die Mechanik in ihrer Anwendung auf Künste und Gewerbe. Wien. 1834. 8. S. 94.

[2]) Baumgartner a. a. O. S. 97 — 98.

vorzugsweise dadurch, daß die wichtigsten organischen Substanzen, wie das Albumin, das Fibrin, das Casein, die organischen Stoffe, welche bei dem Kochen Leim geben, mehr oder minder leicht von Wasser durchdrungen werden, oder daß sie, wie wir an dem Urinrückstande sehen, begierig Wasser anziehen, weil sie sehr hygroskopische unorganische Substanzen, wie Chlorcalcium, neben den organischen Materien führen. Auch die kohlensaure Kalkerde und vielleicht der phosphorsaure Kalk binden einen Theil die Feuchtigkeit, die sich in ihrer Umgebung befindet. Der Umstand, daß man früherhin mit freilich ungenügendem Erfolge thierische Blasen (Wilson), Darmsaiten (Lambert), Knochen, Federkiele, Fischbein, Haare zu Hygrometern gebrauchte, beweis't am besten, mit welcher Begierde lufttrockene thierische Theile Wasser aufnehmen.

Die Festigkeit der einzelnen dichten Gewebeelemente hängt theils 33
von ihren physikalischen und chemischen Molecularqualitäten, theils von ihrem Feuchtigkeitsgehalte ab. Die ersteren Momente sind uns noch fast gänzlich unbekannt. Nur wissen wir, daß die festeren Fasern des Zellgewebes, der Sehnen, der Membranen, der Bänder, des elastischen Gewebes, so wie das Horn, die Knorpel, durch anhaltendes Kochen in verschiedene Leimarten umgesetzt werden können, während dieses bei den zarteren Muskeln nicht der Fall ist Der Wassergehalt ist im Allgemeinen in festeren Theilen geringer. So führen die Muskeln des Menschen 77,13 %, die Sehnen desselben nur 62,02 % Feuchtigkeit. Bei dem Pferde, wo die Nackenmuskeln durch das absolute Eintrocknen 75,66 % verloren hatten, ergab das Kniescheibenband 69,30 %, die Sehne des vordern Schienbeinmuskels 66,95 %, das Nackenband 64,05 % und der Schulterblattknorpel 57,30 %. Da die beiden letzteren Theile bei Einwirkung größerer Druck- oder Zugkraft leicht brechen und daher einen gewissen Grad von Sprödigkeit beurkunden, so läßt sich vielleicht vermuthen, daß diese bei Körpertheilen, die ungefähr 35—45 % fester Materien führen, schon einzutreten beginne. Daß aber die Festigkeit nicht bloß durch den Wassergehalt bestimmt werde, läßt sich mit Wahrscheinlichkeit an folgendem Beispiele darthun. Stände sie mit der Wassermenge in umgekehrtem Verhältnisse, so müßten z. B. die menschlichen Sehnen nur um $\frac{1}{4}$ fester, als die Muskeln sein. Bei dem Pferde würde sogar nur eine Proportion = 1 : 1,13 herauskommen. Wir werden aber sehen, daß diese Verhältnißzahlen viel zu gering sind und daß dann die Differenz zwischen ihnen und den natürlichen Proportionen durch die Molecularbeschaffenheit der verschiedenen Substanzen der Muskeln und der Sehnen bedingt werden muß.

Bis jetzt fehlen noch consequent durchgeführte Untersuchungen über die Festigkeit der verschiedenen Theile unseres Körpers, obgleich selbst z. B. eine Bestimmung der rückwirkenden Festigkeit der Knochen nach der für die Hölzer gebräuchlichen Methode wegen der Verhältnisse der Knochenbrüche eine praktische Bedeutung haben würde. Nach älteren Erfahrungen riß durch Einpressen von verdichteter Luft die Aorta eines Jünglings in der Nähe des Herzens bei einem Drucke von 119 ℔ 5 ℥, etwas tiefer hinab aber erst bei einem solchen von 131 ℔ 13 ℥, so daß sich also der letztere Werth zu dem ersteren = 1,104 : 1 verhält. Die Milzarterie trug ein Gewicht von 41 ℔ 8 ℥ und verhielt sich in ihrer Stärke zu der der Aorta = 1,319 : 1 bis 1,302 : 1. Die Festigkeit der Nierenschlagader

zeigte zu der der Aorta eine Proportion = 1,275 : 1. In der Carotis endlich riß unter einem Quecksilberdrucke von 30 ℥ nur die Innenhaut derselben (Clifton Wintringham). Da aber das sprödere elastische Gewebe und die ihm verwandten anatomischen Elemente, welche in den Arterienwandungen in so reichlichem Maaße enthalten sind, den Wänden der Blutadern fehlen und durch zähere Theile ersetzt werden, so erklärt sich hieraus, warum die Venen einen größern Druck als die Arterien ertragen können. Trotz der bedeutenderen Stärke ihrer Wandungen berstete die Carotis unter der Einwirkung einer Wassersäule von 190 Fuß, während die Jugularvene einen solchen von 175 Fuß noch ohne Schaden ertrug (Hales). Bei dem Hunde riß die Bauchaorta schon bei 158 ℔ 11 ℥, die benachbarte Hohlvene aber erst bei 176 ℔ 8 ℥. Der letztere Werth verhält sich aber zu dem ersteren = 1,112 : 1. Bei einer Frau stand die Stärke der Hüftvene zu der der Hüftarterie in einer Proportion = 1,077 : 1 bis = 1,034 : 1. Im Alter scheint die Kraft der Blutadern abzunehmen, die der Arterien dagegen sich zu vergrößern (Clifton Wintringham).[1])

Um einige neuere Werthe zu erhalten, stellte ich mit Otz und Henzi mehrere hierher gehörende Versuche an. Die Experimentirungsmethode war die gleiche, wie diejenige, welche man für die Prüfung der absoluten Festigkeit der Metalldrähte angewendet hat[2]). Bei geringeren Gewichten bedienten wir uns hierzu einer gewöhnlichen Wage, welche bis auf 1 Centigramm genau ging. Bei größeren dagegen gebrauchten wir eine Schnellwage. Die in der folgenden Tabelle genannten Theile kamen von der 8 Tage alten Leiche einer 41jährigen Frau. Sie geben mehr relative, als absolute Werthe, denn die letztern sind offenbar kleiner, als diejenigen, welche durch die Prüfung ganz frischer Theile zu erhalten wären. Das Maaß und das Gewicht sind das neue Schweizerische (1 Meter = 3′3″3‴333 und 1 ℔ = 500 Grm.).

Theile	Länge	Breite	Dicke	Dehnung in die Länge bei einem bestimmten Gewichte	Gewicht, bei welchem der Theil durchriß, in Pfunden
Ast des N. cutaneus femoris internus	6″8‴	0‴,4	0‴,4	Bei 6″8‴ Länge u. 7/8 ℔ Gew. um 1″,3‴ = 0,191	1,825
N. cutaneus femoris medius	5″	0‴,4	0‴,4	Bei 5″ Länge und 7/8 ℔ Gewicht um 7‴ = 0,140	2,875
Stück des Sartorius	1′	3‴,7	1‴,2	» » » » »	11,000
Vena cru	5″	2‴,4	0‴,25	Bei 5″ Länge und 7/8 ℔ Gewicht um 5‴ = 0,10	9,000
Sehne des Musculus plantaris	5″7‴,2	1‴,2	0‴,3	Bei 5″7‴,2 Länge u. 8 ℔ Gewicht um 8‴,5 = 0,149	18,000
Sehne des Palmaris	3″5‴	1″,1	1‴	Bei 3″5‴ Länge u. 18 ℔ Gewicht um 3‴ = 0,085	23,000

Wir ersehen hieraus zuvörderst, daß sich die beiden Nerven bei 7/8 ℔ Belastung im Mittel um 0,165 ausdehnten, daß aber die Dehnung der Schenkelvene bei demselben Gewichte nur 0,100 betrug. Die Sehne des Plantaris bot erst bei dem acht- bis neunfachen Gewichte eine Streckung von 0,149 und die des Palmaris bei der zehn- bis eilffachen Last eine solche von nur 0,085 dar. Diese Verhältnisse entsprechen auch den Festigkeitsgraden der genannten Theile. Denn die Venen sind dichter gewebt, als das Zellgewebe, die Sehnen stärker, als beide.

---

[1]) Alb. ab Haller de partium c. h. praecipuarum fabrica et functionibus. Opus quinquaginta annorum. Tom. I. Bernae. 1777. 8. p. 142 et 242.

[2]) Eine Abbildung des Apparates siehe Eytelwein Handbuch der Statik fester Körper, mit vorzüglicher Rücksicht ihrer Anwendung in der Architectur. Zweite Auflage. Bd. II. Berlin. 1832. 8. Tab. XV. Fig. 233.

Was nun aber die absolute Festigkeit der geprüften Gewebtheile betrifft, so müßte streng genommen zu der Gewichtsgröße, welche das Durchreißen bewirkt, noch das Gewicht der untern Hälfte des zerrissenen Stückes hinzukommen. Da dieser Werth aber verhältnißmäßig äußerst klein ist, so habe ich ihn bei der Berechnung außer Acht gelassen. Aus den Tabellen [1]), welche nach den über die Festigkeit der Stricke gemachten Erfahrungen entworfen sind, ergiebt sich bei näherer Betrachtung, daß sich die Tragkräfte derselben annähernd wie die Quadrate der Durchmesser oder die Querschnitte der Oberflächen verhalten. Nehmen wir an, daß dasselbe für Körper mit elliptischen Durchschnitten ebenfalls gilt, so werden die Tragkräfte von diesen wie die Quadrate der Hälften der Summen des kürzern und des längern Durchmessers mit einander in Proportion stehen. Wenden wir aber dieses auf die oben verzeichneten organischen Theile an und reduciren alle Werthe auf 1 Schweizer Linie oder 3,333 Millimeter Durchmesser, so erhalten wir:

Theil	Rißgewicht in Pfunden	Mittel in Pfunden
N. cutaneus femoris internus	11,40625	14,68750
N. cutaneus femoris medius	17,96875	
Sartorius	1,83257	1,83257
Vena cruralis	5,12638	5,12638
Sehne des Plantaris	32,00000	26,43084
Sehne des Palmaris	20,86168	

Hiernach hätten wir also, wenn wir den Sartorius als den geringsten Werth zum Grunde legen, für die Schenkelvene 2,79737, für die Schenkelhautnerven im Mittel 8,01470, für die Sehne des Plantaris 17,46181, für die des Palmaris 11,38383, mithin für die Sehnen im Durchschnitt 14,42282. Obgleich die Muskeln in jedem Falle sehr leicht zerreißen und gewiß von vorn herein einen sehr geringen Grad von absoluter Festigkeit darbieten, so muß ich doch ausdrücklich bemerken, daß das Stück des geprüften Sartorius schon sehr mürbe war und daher wahrscheinlich einen verhältnißmäßig zu kleinen Werth gab. Die Festigkeit der Nerven aber müssen wir unter einem eigenen Gesichtspunkte betrachten. Schon im ganz frischen Zustande kann der halbweiche Nerveninhalt keinen wesentlichen Widerstand leisten. Dasselbe muß auch bei dem zersetzten Nerveninhalte älterer Nervenfasern der Fall sein. Die Tragkraft dieser Gebilde wird daher so gut als gänzlich durch die Neurilemtheile hergestellt. Da diese aber vorherrschend zellgewebig sind, so entfernen wir uns gewiß nicht sehr von der Wahrheit, wenn wir geradezu die Tragkraft der Nerven der des Zellgewebes gleichsetzen, uns aber den Durchmesser, der Summe der Nerveninhalte der Primitivfasern proportional, verkleinert denken [2]). Dieses kann um so eher geschehen, als die meisten Zellgewebefasern des Neurilem der Länge nach, d. h. in der Richtung der Dehnung verlaufen. Ohne jene Reduction des Diameters aber wären die Sehnenfasern fast noch einmal so fest, als die Zellgewebefasern, mit derselben können wir eher eine gleiche absolute Festigkeit für beide annehmen. Auf den ersten Blick scheint dieses Resultat unrichtig zu sein. Allein wenn wir bedenken, daß unter dem Mikroskope Zellgewebe- und Sehnenfasern nicht unterschieden werden können, daß die Primitivfasern der Sehnen enger bei einander liegen, als die des Zellgewebes, daß aber Stricke von dem gleichen Material um so fester sind, je mehr Fäden sie auf einen bestimmten Durchmesser enthalten, so sieht man ein, daß jenes Ergebniß vermuthlich vollkommen der Wahrheit entspricht. Die

[1]) Solche Tabellen finden sich bei Eytelwein a. a. O. Bd. II. S. 210. u. Baumgartner die Mechanik. S. 207.

[2]) Eine bestimmte Reduction nach mikrometrischen Messungen ist hier nicht möglich, weil in demselben Maaße, wie der Nerveninhalt zerreißt, auch die Neurilemfasern mehr oder weniger an einander treten und der Durchmesser des Stranges immer geringer wird.

relativ so geringe absolute Festigkeit der Venenhaut hat wahrscheinlich in einem doppelten Verhältnisse ihren Grund. 1. War sie natürlich fortwährend mit dem Blute in Berührung und konnte daher um so eher faulen, und 2. wissen wir, daß nur ein Theil der Fasern der Venenhäute longitudinal verläuft. Nur diese leisten aber bei dem Versuche einen genügenden Widerstand. Daß die Dehnung hier schwächer ausfiel, als bei den Nerven, zeugt, wenn wir den schiefen Verlauf aller Fasern der Venen ins Auge fassen, natürlich eher für, als gegen diese Erklärung. Trotz ihrer bedeutenden Festigkeit waren die geprüften, freilich nicht mehr frischen Sehnen nur ½ Mal so fest als Seidenschnüre. Eine solche Schnur, die im Mittel aus 6 Bestimmungen einen Durchmesser von 1‴,17 ergab und eine Länge von 8″ hatte, riß bei 85 ℔ und dehnte sich bis zu dem Augenblicke des Zerreißens um 3″,7 = 0,4625. Eine gleiche seidene Schnur, welche eine Schweizer Linie Durchmesser hätte, müßte daher 62,09364 ℔ tragen. Sie war also 2,34925 Mal so stark, als die Sehnen im Durchschnitt, und 1,94043 Mal so fest, als die Sehne des Plantaris. Ob ganz frische Sehnen je die absolute Festigkeit guter Seide erreichen oder nicht, steht dahin. Ein Hanfseil, wie es zum Bauen benutzt wird, reißt, wenn es 1 Wiener Zoll im Durchmesser hat (und 1 Klafter lang ist), bei 1288 Wiener Pfund = 1442,56 Schweizer Pfund. Nun ist 1 Wiener Zoll = 8,8 Schweizer Linien. Hiernach trägt ein solcher Strick von 1 Schweizer Linie Durchmesser 18,62810 Schweizer Pfund. Die Sehne des Plantaris hält aber bei diesem Diameter 32 ℔; die des Palmaris 20,86168 ℔, und beide reißen im Durchschnitt bei 26,43084. Wir haben also ein Verhältniß des Strickes zum Plantaris = 1 : 1,71782, zum Palmaris = 1 : 1,119903 und zum Durchschnittswerth = 1 : 1,41860, d. h. Sehnen des Menschen, welche schon 8 Tage lang nach dem Tode liegen und unzweifelhaft schon durch die Fäulniß an Festigkeit verloren haben, sind im Allgemeinen noch ½ Mal so stark, als gute Hanfstricke, die man zu architectonischen Zwecken gebraucht.

Mehrere mit der Achillessehne angestellte Versuche mißglückten uns, weil, man mochte die Sehne in die Tragstücke einflechten, wie man wollte, jene eher aus dem Bunde, als aus ihrer Continuität kam. Nur einmal zerriß der häutige dem Gastrocnemius aufliegende und des Versuches wegen aufgeschlitzte Theil bei 328 ℔. Allein selbst hier hatten die eingeflochtenen Stricke in den verletzten sehnigten Theil eingeschnitten. Es läßt sich übrigens durch Berechnung leicht zeigen, daß die Achillessehne sehr bedeutende Lasten aushalten kann. Denn nehmen wir den mittleren Durchmesser ihrer dünnsten Stelle bei einem erwachsenen Manne zu 5 Schweizer Linien an, so erhalten wir für die achttägige Leiche, wenn wir den Werth des Plantaris zum Grunde legen, 800 Schweizer Pfund = 855,6 Preuß. Pfund oder beinahe 7⅘ Preuß. Centner. Es unterliegt daher keinem Zweifel, daß die lebende Achillessehne eines solchen Individuums noch ohne zu zerreißen zwischen 8 und 9 Preuß. Centner trägt.

34 Alle Theile unseres Körpers besitzen bedeutend größere **Festigkeitsgrade**, als ihre gewöhnlichen stets wiederkehrenden Thätigkeiten erfordern. Außerordentliche Eingriffe wirken daher, so lange sie nicht gewisse Größen überschreiten, keineswegs schädlich und stören den Zusammenhang der anatomischen Elemente unseres Organismus noch nicht. Bei dem Stehen z. B. ruht das Gewicht des Körpers auf beiden Füßen, bei dem Gehen sogar momentan nur auf einem Beine. Die Schwere eines 25jährigen Menschen, welche so von den genannten Theilen ausgehalten wird, beträgt im Maximum 98,50 Kilogr. [1]) oder 197,00 Schweizer Pfund. Ein solches Individuum kann aber noch mit 200 Pfd. und mehr belastet sein, ohne daß dieses einen Nachtheil zur Folge hat, weil schon eine Achillessehne allein noch mehr als das Doppelte zu ziehen vermag. Jede Sehne wird bei der Con-

---

[1]) A. Quetelet über den Menschen und die Entwickelung seiner Fähigkeiten oder Versuch einer Physik der Gesellschaft. Deutsche Ausgabe im Einverständnisse mit dem Herrn Verfasser besorgt und mit Anmerkungen versehen von V. A. Riecke. Stuttgart. 1838. 8. S. 364.

traction ihres entsprechenden Muskels, gleich einem Seile, gespannt und bewirkt dadurch die Ortveränderung des Hebels, z. B. des Knochens, an welchen sie sich mit ihrem andern Ende ansetzt. Befindet sich aber der Muskel in einer starken, anhaltenden, krankhaften Zusammenziehung, so wird sie, wenn die Widerstandskraft des Hebels nicht von dem Zuge der Sehne überwunden wird, straff angespannt werden. Selbst bei höheren Graden dieses Verhältnisses reißt sie aber deshalb noch nicht, sie hält sogar dann auch noch stärkere Lasten aus. Bei dem Pferdefuße z. B. findet sich auf diese Art eine übermäßige Tension der Achillessehne und oft zugleich eine solche der Sehne des Plantaris. Beide sind hart, gleichen möglichst stark angezogenen Stricken und springen, wenn sie zur Heilung der Difformität durchschnitten werden, mit lautem Gekrach, wie plötzlich getrennte gespannte Darmsaiten zurück. Ein solcher Mensch kann aber selbst belastet auf dem kranken Beine momentan stehen. Springen wir in einen kalten Fluß, so wird augenblicklich viel mehr Blut in die Aorta getrieben. Diese muß sich bedeutender ausdehnen, verliert aber dadurch ihren mechanischen Zusammenhang noch nicht. Wie es scheint, gehört es zu den sehr seltenen Ausnahmen, daß die normale Thätigkeit eines Organes darauf angewiesen ist, eine größere Kraft, als dem Widerstande der Gewebtheile entspricht, zu erzeugen und diese letzteren alsdann zu sprengen. Man belegt diesen Act mit dem Namen der Dehiscenz (Carus). In dem menschlichen Körper wird z. B. der Graaf'sche Follikel nach der Befruchtung mit neuen Ausschwitzungsstoffen so sehr gefüllt, daß er endlich an seinem obersten Punkte, wo der Structur des Ovarium gemäß der Widerstand am geringsten sein muß, berstet und das Eichen entläßt. Allein selbst hier fragt es sich noch, ob der Proceß ein rein mechanischer ist und nicht vielmehr durch andere Hergänge eingeleitet oder wenigstens wesentlich unterstützt wird. Der Durchbruch der Zähne gehört entschieden nicht hierher. Ob das Platzen der geschlossenen Bläschen, wie es in den Peyerschen Drüsen und an vielen Schleimhäuten angenommen wird, rein mechanisch, nämlich durch Ueberfüllung mit Inhalt erfolge oder nicht, ist unbekannt.

Der Widerstand, welchen die einzelnen Theile stärkerer mechanischer Einwirkung leisten, kann sich aus zwei entgegengesetzten Ursachen verkleinern. Entweder nämlich haben die Organelemente an und für sich geringere Festigkeitsgrade. Daher durchreißt z. B. in der Leiche und selbst im Leben ein Muskel eher, als die an ihn befestigte Sehne. Wir finden z. B. bei Erhenkten häufiger die ersteren, als die letzteren an einzelnen Stellen in ihrer Continuität verletzt. Oder der zu geringe Wassergehalt ruft allein oder in Verbindung mit der Molecularbeschaffenheit eines Theiles eine gewisse Sprödigkeit hervor und vermindert so die Fähigkeit, den normalen Zusammenhang zu erhalten. Aus diesem Grunde reißt z. B. eine Arterie leichter als eine Sehne. Aus dieser Ursache bricht ein Mensch, der von einer bedeutenden Höhe herabfällt, einen oder mehrere Knochen, während die Weichgebilde unversehrt bleiben oder nur an den Berührungsstellen mit dem Boden aufgerissen werden. Deshalb wird z. B. die Kniescheibe eher zerschmettert, als daß das Ligamentum patellae seine Continuität verliert u. dgl. mehr.

Die Zusammenfügung der anatomischen Elemente unseres 35
Körpers, wie sie zu deren Thätigkeiten nothwendig ist, erfolgt seltener durch bloß physikalische, als durch physikalisch-chemische Bedingungen. Nur ausnahmsweise finden wir, daß, wie z. B. in den Gelenken, die Organe

nur dadurch zusammengehalten werden, daß sie sich mit ihren Verbindungstheilen innerhalb eines geschlossenen luftverdünnten Raumes befinden und so durch den äußern atmosphärischen Druck eben so gut verbunden werden, als die Glocke der Luftpumpe nach dem Auspumpen der Luft auf dem Teller der ersteren anhaftet. Sonst ist das Bindemittel, welches die einzelnen Organtheile vereinigt, ein organischer Leim oder Kitt. Wie aber der Tischlerleim, so lange er flüssig ist, zwei Bretter nur locker an einander befestigt, vollkommen getrocknet dagegen sie so dicht zusammenhält, daß eher das Holz, als die Vereinigungsstelle aus einander geht, so sehen wir das Gleiche in unserm Organismus. Den flüssigsten Leim bildet hier unser Ernährungsfluidum selbst. Theile, welche von demselben reichlich durchtränkt und nur auf diese Weise in ihren Bündeln zusammengehalten werden, geben, wie z. B. das Zellgewebe lehrt, sehr leicht nach. Eine Sehne dagegen reißt trotz ihrer Festigkeit eher in ihrer Substanz, als daß sie sich an der Stelle ihres Ansatzes an den Knochen vollkommen lös't. Da alle Gewebe aus einer gallertartigen Grundmasse und dem Blastem hervorgehen, so kann man sich vorstellen, daß die Ueberreste von diesen Substanzen, welche weder für die Erzeugung von Gewebeelementen selbst verwandt, noch wiederum aufgesogen worden, durch immer fortschreitende Verdichtung in jene Verbindungsmasse übergeführt werden. Bei manchen Geweben, z. B. den Zellen der Knorpeln, haben wir diesen Kitt als sogenannte Intercellularsubstanz. Bei anderen dagegen existirt die Verbindungsmasse in so geringer Menge, daß wir deren Anwesenheit eher erschließen, als mit unseren Augen, selbst unter stärkeren Vergrößerungen des Mikroskopes, wahrnehmen können. Dieser Unterschied ist aber auch kein zufälliger. Wenden wir, um zwei Bretter gegenseitig zu verbinden, so viel Leim an, daß eine breitere Lage von erhärteter Leimsubstanz zwischen den an einander gefügten Enden vorhanden ist, so wird diese bei ihrer Sprödigkeit eher nachgeben und leichter als das Holz brechen. Ist sie dagegen so dünn aufgetragen, daß sie zwar die Bretter hinreichend zusammenhält, jedoch kein irgend bedeutendes Substanzvolumen, auf welches ein stärkerer äußerer Druck allein wirken oder sich concentriren könnte, darbietet, so wird eher das Holz in seiner Masse, als an seiner Zusammenfügungsstelle aus einander gehen. Ganz das Gleiche zeigt sich bei unseren Körpertheilen. Während die Sehnen z. B. mit ihrer Anfügung an die Muskeln und vorzüglich an die Knochen, die Bänder u. dgl. in die letztere Kategorie gehören, bedingt das größere Quantum von Intercellularsubstanz, welches z. B. in den Knorpeln enthalten ist, eine leichtere Trennbarkeit in der Masse der knorpeligen Theile.

Da man gerade bei den festesten Ansätzen so gut als gar keine Bindemittel wahrnimmt, so könnte man leicht auf die Idee kommen, daß hier kein chemisches, sondern ein physikalisches Princip die Vereinigung herstelle, daß entweder die verbundenen Gewebeelemente continuirlich in einander übergingen, daß sich z. B. jeder einzelne Muskelfaden in einen Sehnenfaden fortsetzte oder daß beide Theile, indem sie unmittelbar an einander liegen, durch den Druck der Luft an einander befestigt würden. Das erstere aber wird durch die mikroskopische Untersuchung, das letztere, abgesehen von dem Unphysikalischen der Annahme selbst, dadurch, daß die mit einander vereinigten organischen Theile in dem luftleeren Raume nicht auseinander fallen, widerlegt.

Bei sonst gesunden Individuen verbindet die Natur in der Regel krankhaft getrennte Stücke durch den nachfolgenden Heilungsproceß noch fester, als die benachbarten gesunden Theile vereinigt sind. Die Haut z. B. reißt weit leichter in ihrer Substanz, als in einer benachbarten Narbe ein. Ein Knochen bricht leichter neben der nach einem Bruche erscheinenden ossificirten Verbindungssubstanz, dem Callus, als in diesem. Im ersteren Falle entsteht die größere Festigkeit durch die stärkere Aneinanderleimung der vielleicht schon an und für sich dichtern Narbenfasern, im letzteren durch die bedeutendere Stärke und Masse des Callus. Nur in Folge von krankhaften Ernährungsprocessen zeigt sich hier das Umgekehrte der gewöhnlichen Erscheinungen. Bei dyscrasischen Subjecten oder aus anderen Nebenursachen entsteht keine Narbenbildung überhaupt, oder es erzeugt sich ein künstliches Gelenk, weil die Herstellung der Vereinigungssubstanz mangelt. So fest aber die gesunden Narben und der normale Callus zusammenhalten, so kann es sich auch unter bisher noch nicht genau erkannten Verhältnissen ereignen, daß sie und zwar oft erst nach Jahren ihres regelrechten Bestehens erweichen und daß dann eine alte Wunde aufbricht oder daß ein alter Callus von seinem bisherigen bedeutenden Festigkeitsgrade zurückkommt.

Schwere und Druck.

Da der Mensch auf dieselbe Art wie alle anderen Körper, welche auf 36
dem Erdballe vorkommen, der Anziehungskraft des Mittelpunktes der Erde unterworfen ist, so müssen natürlich die Gesetze der Schwere ihre Wirkungen auch auf ihn in jeder Hinsicht ausüben. Gleich den Pflanzen und den Thieren ist unser Organismus im Ganzen auf die Gravitations- und Druckverhältnisse, unter denen wir leben, berechnet. Ihnen gemäß müssen die Stärke unserer Knochen, die Kraft unserer Muskeln, alle aerostatischen, hydraulischen und mechanischen Momente unseres Körpers genau bestimmt sein[1]). Eben so müssen alle einzelnen Theile gegeneinander ihren gegenseitigen Gewichten nach gravitiren. So balancirt z. B. bei aufrechter Stellung der Kopf auf dem Rumpfe, vorzüglich auf der Wirbelsäule, so ruht der Körper bei dem Stehen auf beiden Füßen, so schwebt er bei dem Gehen auf der einen stützenden unteren Extremität. Auf diese Art dürfen wir es z. B. bei der Beurtheilung der Lagenveränderungen des Herzens während dessen Zusammenziehung und Ausdehnung nie vergessen, daß dieses Organ als ein schwererer Körper an den großen Gefäßen, wie an zum Theil elastischen Seilen aufgehängt ist. So beruht die Wahrnehmbarkeit der Töne durch das Ohr auf der Voraussetzung, daß uns eine Atmosphäre von einem bestimmten Druckgrade umgiebt, und auf diese Weise beziehen sich viele Momente des Athmens, der Stimmbildung, die gegenseitige Anfügung der Gelenke auf ähnliche Vorbedingungen. Alle mechanischen Veränderungen, welche in unserem Organismus auftreten, bringen zwar mit dem geringsten Aufwand von Masse und Kraft die möglichst größten Wirkungen hervor. Allein sie sind nur höchst weise Anwendungen des Principes der Schwere, von denen stets der Mensch für den Bau seiner Maschinen unendlich viel wird lernen können. Selbst in ihren gefahrvolleren Beziehungen tragen diese Einrichtungen den Stempel unerreichbarer Vollendung an sich. Bei

---

[1]) Siehe Ch. Bell, die menschliche Hand und ihre Eigenschaften. Uebersetzt von H. Hauff. Stuttgart. 1836. 8. S. 7 ff.

allen unseren Maschinen z. B. sind einzelne Theile im Verhältnisse zu anderen so geschützt, daß sie bei Einwirkungen äußerer zu großer Druckverhältnisse nie allein oder überhaupt nie brechen. In dem Knochensysteme findet dagegen eine solche Vertheilung der Massen Statt, daß zwar einzelne Knochenstücke häufiger in die Lage kommen, ihre Continuität zu verlieren, daß aber auch fast jeder besondere Theil derselben allein zu brechen im Stande ist. Jedoch nicht bloß die mechanischen, sondern auch alle chemischen Vorgänge entsprechen genau der herrschenden Attraction und würden sich, wenn die Grundverhältnisse der Anziehung der Atome andere würden, sogleich verändern. Bei schwächerer Attraction würde Alles flüssig, bei stärkerer dagegen fest werden. Der gegenseitige chemische Einfluß und die wechselseitige Mischung wären in dem ersteren Falle erleichtert, in dem letzteren dagegen beschränkt oder gänzlich vernichtet.

37 Indem nun aber unser Körper bei seinen mannigfachen Verrichtungen sehr verschiedene Stellungen annimmt, so konnte die Natur nur solche Thätigkeiten, welche entweder bloß bei einzelnen entsprechenden Lagen eintreten oder auch bei den verschiedensten Positionen ihre physikalisch bedingenden Momente beibehalten oder deren Veränderlichkeit nur von untergeordneter Bedeutung ist, den bloßen Folgen der Gravitation überlassen. Das Balancement des Rumpfes auf den unteren Extremitäten z. B. setzt die Verhältnisse des Stehens, des Gehens u. s. w., das des Kopfes auf dem Halse die der aufrechten Stellung voraus. Sitzen wir oder liegen wir vollkommen ausgestreckt, so werden diese Bedingungen der Schwere aufgehoben und durch andere ersetzt. Der Schluß der halbmondförmigen Klappen der Lungenarterie und der Aorta erfordert nur, gleich dem aller anderen Ventile, ein bestimmtes Quantum von Druck, welcher die Kraft der Gegenwirkung überwindet und der hier durch das während der Erweiterung der Herzkammern in den Schlagaderstämmen zurücksinkende Blut hervorgebracht wird. Unter Voraussetzung der normalen Blutmenge und der regelrechten Thätigkeit der Schlagadern kann dieser nie fehlen, so daß sich die Natur hier auf dieses rein physikalische Moment sicher zu verlassen vermochte. Da es endlich ziemlich gleichgültig ist, welche Schlinge des Dünndarmes temporär etwas mehr nach oben oder mehr nach unten liegt, so wurde es möglich, daß die dünnen Gedärme so frei an dem Gekröse aufgehängt worden sind, daß das Quantum ihrer Füllung mit specifisch leichteren oder schwereren Stoffen ihren momentanen Ort innerhalb gewisser Grenzen bestimmte. Eben so unerheblich ist es, welche Lagenveränderungen der aufgehängte Hodensack und der an dem Samenstrange, wie an einem Bande oder Seile suspendirte Hode bei den verschiedenen Körperstellungen erhält. Sonst dagegen sind alle Theile so gelagert und befestigt, daß sie durch die Momente ihrer Gravitation bei den verschiedenen Stellungen weder in ihrer Thätigkeit beeinträchtigt werden, noch im Normalzustande Nachbargebilde durch ihren Druck geniren können. Die so schwere Leber z. B. ist durch ihre Bänder fest aufgehängt. Der Augapfel ruht auf dem Fette der Orbita, wie auf einem weichen Kissen u. dgl. mehr. Nur in manchen Ausnahmsfällen, welche durch Entwickelungs-

zustände oder durch pathologische Verhältnisse bedingt werden, entstehen Abweichungen von dieser Regel. Der durch die Schwangerschaft zu sehr ausgedehnte Uterus z. B. drückt leicht die Harnblase, den Mastdarm, die großen Gefäße im Unterleibe und Becken und verursacht hierdurch nicht selten Störungen in der Entleerung des Urines und des Kothes, so wie in dem Kreislaufe der unteren Extremitäten. Krankhafte Anschwellungen der Leber oder der Milz, fibröse und andere Geschwülste der Gebärmutter belästigen durch ihre Gravitation die Nachbartheile und erzeugen das Gefühl von Druck, so wie Störungen der Thätigkeiten der bewegten Apparate.

Der nothwendigen Sicherheit wegen und, um ihre Einrichtungen in 38
allen Fällen anwendbar und deren Wirkungen unter allen Verhältnissen gleichartiger zu machen, hat die Natur an vielen Stellen, wo scheinbar die Schwere allein wirken konnte, Muskelkräfte angebracht. Bei aufrechter Stellung z. B. verläuft unsere Speiseröhre beinahe senkrecht, bei dem Liegen mit erhöhtem Kopfe mehr oder minder schief von oben nach unten. Speisen und Getränke mußten daher schon nach den Gesetzen der Schwere mehr oder minder schnell in den Magen gelangen. Allein aus den oben angeführten Gründen erhält der Osophagus seine reichliche Musculatur, welche durch ihre Zusammenziehung die Nahrungsmittel von Stelle zu Stelle forttreibt. Selbst wenn diese Fortbewegung, wie z. B. bei senkrechter Stellung, etwas mehr Zeit, als der bloße beschleunigte Fall der eingenommenen Substanzen erforderte, nothwendig macht, so ist dieses doch ohne Einfluß bleibende Minimum von Zeitverlust gegen die Nachtheile, welche bei Mangel jener so schnell und so harmonisch wirkenden Musculatur eintreten würden, gleich Null zu setzen. Die Vielseitigkeit des Apparates ist weit wesentlicher, als jene große mögliche Schnelligkeit des Hinabgleitens. Dieselben Verhältnisse treten bei den Harnleitern, dem gemeinschaftlichen Gallengange auf. In anderen Theilen sichern die beigefügten Muskelapparate nicht nur die Wirkung für alle Fälle, sondern dienen zugleich, um durch Vermehrung von Kraft an Zeit zu gewinnen. Dieses sehen wir z. B. bei der Ausleerung des Urines. Hätte die Harnblase nur an der Uebergangsstelle in die Harnröhre die Fähigkeit gehabt, sich willkürlich zu schließen und zu öffnen, so wäre schon ein Abträufeln des Urines bei aufrechter Stellung möglich gewesen. Allein dadurch, daß die übrige Blase ihre eigene Musculatur besitzt, wird die Thätigkeit der Excretion nicht nur für alle Lagenverhältnisse gesichert, sondern diese gewinnt auch dadurch, daß die sich zusammenziehende Blase auf die Harnröhre, wie eine in Action gesetzte Sprütze auf ihre Canüle wirkt, sehr viel an Geschwindigkeit und mithin an Zeit. In anderen Fällen endlich sehen wir Momente, welche schon durch die Verhältnisse der Gravitation vollbracht wurden, deshalb durch Muskelkräfte unterstützt, weil diese zugleich zu anderen für benachbarte Theile nothwendigen Zwecken dienen. Es brauchten z. B. keine besondern Muskeln, welche die Unterkinnlade hinabziehen, vorhanden zu sein, weil der Unterkiefer bei den meisten oder allen natürlichen Stellungen in gleichem Maaße, als die Kaumuskeln er-

schlaffen, den bloßen Gesetzen der Gravitation gemäß, wie wir auch an dem trockenen Skelette sehen, herabsinken muß. Allein die dennoch existirenden M. M. digastricus maxillae inferioris, mylohyoideus und geniohyoideus, welche bei Fixation des Zungenbeines jene Bewegung der Unterkinnlade erzeugen können, finden sich nicht sowohl dieses Zweckes wegen, als um das Zungenbein bei festgestelltem Unterkiefer gegen diesen hinaufzuziehen.

39 An vielen Punkten unseres Körpers mußten, um bestimmte Thätigkeiten und Apparate zu Stande zu bringen, die Verhältnisse der Schwere gänzlich oder in möglichst hohem Grade neutralisirt werden. In dem aufsteigenden Grimmdarme z. B. müssen die excrementitiellen Stoffe, wenn sie nach dem Colon transversum befördert werden sollen, in einer ihrer Fallrichtung entgegengesetzten Direction bewegt werden. Daher schon zu zu diesem Zwecke die Musculatur des Colon adscendens absolut nothwendig war. An den unteren Extremitäten fließt das venöse Blut bei aufrechter Körperstellung in einer seiner Gravitation entgegengesetzten Richtung. Daher hier außer der noch fortwirkenden Druckkraft der Kammern und der Aspiration der Vorkammern des Herzens, so wie außer der durch die Athembewegungen dem Kreislaufe geleisteten Unterstützung die Klappen der Blutadern als Nebenhilfe vorzugsweise in Anspruch zu nehmen waren. Da das Fett specifisch leichter, als irgend ein tropfbar flüssiger oder fester Theil unseres Körpers ist, so waren besondere Einrichtungen, damit diesem seinen geringen Eigengewichte und dessen Folge, dem nothwendigen Emporsteigen, vorgebeugt würde, erforderlich. Wir sehen daher das mechanisch abgelagerte Fett der Organe in Zellen, welche es zurückhalten, eingeschlossen. Bringen wir z. B. ein Stückchen subcutanen Fettes unter das Mikroskop, so erhalten sich die einzelnen Fettbläschen aus dem genannten Grunde. Lassen wir dagegen Reagentien, wie Essigsäure, Schwefelsäure u. dgl., welche die Zellmembranen angreifen, einwirken, so wird das bisher eingeschlossene Fett frei, und es treten die einzelnen Oeltröpfchen, ihrer specifischen Leichtigkeit entsprechend, in die Höhe. In dem Darme wird ein ähnlicher Zweck, wie durch jene Zellenmembranen, auf anderem Wege erreicht. Durch die auflösende Kraft des Magensaftes oder durch die Thätigkeit der in den dünnen Gedärmen wirksamen Flüssigkeiten wird das Elain, welches in den Nahrungsmitteln enthalten ist, in Form von Oeltropfen abgeschieden. Diese müßten beständig ihrer geringen Eigenschwere halber in dem Speisebrei obenauf schwimmen und gingen dann sehr leicht zu größeren Tropfen zusammen. Sie würden so einerseits nur sehr einseitig mit der Schleimhaut des Nahrungscanales in Berührung kommen und könnten anderseits leicht bei ihrer größern continuirlich zusammenhängenden Quantität ganze Strecken der Schleimmembran einölen und daher für den Durchgang von Flüssigkeit momentan untauglich machen. Um alle diese Uebelstände zu verhüten, wird der Chymus mit den zähflüssigen und schleimigen Substanzen der Galle, des Bauchspeichels und des Darmsaftes vermischt. Es entsteht so eine feine emulsionsartige Vertheilung des Fettes, welches in kleinen Tröpfchen mit dem Schleime, durch

den es mechanisch gebunden wird, an den Darmzotten behufs fernerer Veränderungen besser haften bleibt. Gleichwie alle zähflüssigen Substanzen, wie gelös'tes Gummi, Harze, Seifenwasser, Luft mechanisch binden, so finden wir dasselbe bei den schaumig werdenden Mundflüssigkeiten, welche auf diese Art, sobald sie in den Magen geführt werden, ein Quantum Gas, das sonst von selbst wieder emporstiege, mit hinabbefördern.

Eine andere Reihe von Einrichtungen endlich hat zum Zweck, nicht 40
sowohl constanten, als temporären und daher auch mehr variablen, durch die Gravitation bedingten Störungen vorzubeugen. Der Kopf z. B. kann zwar auf den beiden condylis occipitis für sich frei balanciren. Allein dieses ist nur bei vollkommen aufrechter Stellung desselben und bei geradeaus und kaum merklich nach oben gerichtetem Gesichte möglich (W. und Ed. Weber)[1]. Sonst dagegen hat er bei der hohen Lage seines Schwerpunktes die Neigung, sogleich überzuschlagen. Um dieses zu verhüten, dienen die an der Schädelbasis sich anheftenden Hals- und Nackenmuskeln. Wir fühlen daher auch bei jener Stellung des Kopfes, welche dessen freiem Balancement entspricht, die geringste Anstrengung. Die Wirbelsäule erhält, trotz der festen Verbindung der Wirbelkörper unter einander, durch die Last der vor ihr gelegenen Körperorgane die Neigung, mehr oder minder nach vorn gebogen zu werden. Bei vollkommener Rückenlage dagegen ist dieses natürlich vollständig, bei unvollkommener mehr oder minder aufgehoben. Um ihr jedoch in allen anderen Stellungen entgegenzuwirken, dienen die M. M. cervicales adscendentes, transversales cervicis, sacrolumbares und longissimi dorsi, welche ferner durch die Spinales und Semispinales colli et dorsi, die Multifidi spinae, Interspinales und Interaccessorii unterstützt werden (Krause)[2]. Denken wir uns die unteren Extremitäten ohne Muskeln, so werden sie unter der Last des Körpers in einer ihrer Beugung entsprechenden Richtung zusammensinken. Um sie daher bei dem Stehen, dem Gehen gerade zu erhalten, müssen die Strecker eine sehr bedeutende Kraft ausüben, während die Conformation der Knochen und der Gelenke der Thätigkeit der Beuger schon mehr zu Hilfe kommt. Im Ganzen verhalten sich daher dem Gewichte nach die Extensoren zu den Flexoren der Schenkel = 11 : 5, oder sogar, wenn man von den Muskeln, welche das eine Gelenk beugen, ein anderes dagegen strecken können, abstrahirt, = 3 : 1 (W. und Ed. Weber)[3].

Alle Momente der Schwere, welche nur durch Gegenwirkungen neutralisirt werden, treten natürlicher Weise, in gleichem Maaße der Verringerung der letzteren, in störender Weise auf. Bei anhaltendem Stehen z. B., bei Druck der durch die Schwangerschaft bedeutend ausgedehnten Gebärmutter werden die Unterstützungsmittel des der Gravitationsrichtung entgegengesetztgehenden Stromes des venösen Blutes der unteren Extremitäten, des Beckens, des Unterleibes mehr oder minder überwunden. Es bilden sich daher leicht Blutaderknoten an den Schenkeln, sogenannte varicöse Geschwüre und Hämorrhoiden.

---

[1]) Wilh. und Ed. Weber Mechanik der menschlichen Gehwerkzeuge. Eine anatomisch physiologische Untersuchung. Göttingen. 1836. 8. S. 97.

[2]) C. F. Th. Krause Handb. d. menschl. Anat. Zweite Auflage. Bd. I. S. 462.

[3]) W. und Ed. Weber a. a. O. S. 218. 219.

Im hohen Alter, wo die Wirkung der Muskeln nachläßt, sinkt nicht selten der Kopf nach vorn und unten, während sich der Rücken mit starker nach hinten gerichteter Convexität biegt. Bei lähmungsartigen Leiden oder Schwächezuständen der unteren Extremitäten versagen die Strecker ihren Dienst, und die Beine knicken bei aufrechter freier Stellung ein. Dasselbe erfolgt schon oft nach langem Stehen. Ueberhaupt muß, wie man leicht sieht, überall, wo eine künstliche Correction der Gravitationsverhältnisse durch Muskelkräfte nothwendig war, bei krankhaften Affectionen der letzteren die Neigung, jenen physikalischen Folgen der rein mechanischen Einrichtung nachzugeben, bald auftreten.

41 Bei manchen Thätigkeiten bedingen die durch keine organische Gegenwirkung neutralisirten Momente der Schwere Veränderungen einzelner Erscheinungen. Specifisch leichtere Substanzen z. B. werden von einem Strome eher, als schwerere fortgerissen. Dieses ist wahrscheinlich der Grund, weshalb die Blutkörperchen (besonders die größeren der Reptilien) eine auffallende Geneigtheit haben, innerhalb der Capillargefäße in dem Centrum der Blutsäule fortbewegt zu werden, während die dichteren sogenannten Lymphkörperchen des Blutes mehr den Wandungen entlang dahinrollen. Ein noch deutlicheres hierher gehörendes Beispiel findet sich bei der Harnentleerung des Pferdes und bei gewissen Krankheitsverhältnissen des Menschen. In der Harnblase des ersteren nämlich existiren stets viele mikroskopische Steinchen, einfache oder zusammengesetzte krystallinische Kugeln, die ungefähr 91 % feuerbeständiger Elemente enthalten und daher schwerer, als der Urin sind. Gießen wir nun eine Flüssigkeit, mit welcher specifisch schwere Körper, die sich schon mehr oder minder gesenkt haben, vermischt sind, aus, so wird zuerst das Fluidum und erst zuletzt dieses in Verbindung mit den schwereren festen Theilen abfließen. Ganz dasselbe sehen wir bei dem Uriniren des Pferdes. Das Thier entläßt anfangs einen klaren, oft bierfarbenen Harn und erst zuletzt kommt, als wenn die Blase, wenn sie geringere Mengen Urines noch enthält, erst recht ausgeschwenkt würde, eine hefenartige Masse, d. h. eine mechanische Mischung des braunen bis braunrothen Urines mit den gelben Concrementen nach. Diesem entsprechend entleeren Menschen, welche an Harngries leiden, die Steinchen entweder am Ende des Urinirens oder nur dann früher, wenn kleine Quantitäten Harnes entlassen werden.

Die Gravitationswirkungen des Druckes, so wie überhaupt alle Momente der Schwere können hier nicht ausführlich behandelt werden. Denn die wichtigsten diese Verhältnisse betreffenden Punkte müssen ohnedies in den übrigen Capiteln der allgemeinen und in den meisten Abschnitten der speciellen Physiologie ausführlich zur Sprache kommen. Hier wollen wir nur noch einige Folgen des äußeren Druckes, welche sonst zerstreut angeführt werden müßten und mehr oder minder pathologische Verhältnisse betreffen, kurz andeuten. Auf den ersten Blick scheint der Druck auf verschiedene Gewebtheile verschieden zu wirken. Horngebilde, wie z. B. die Oberhaut, werden in Folge desselben härter und dicker. Durch den Druck des Schuhes entartet die letztere an der Zehe zu einem Hühnerauge. Der mit seiner Hand viel arbeitende Schmied hat hier eine starke, harte, oft schwielige Epidermis, während die einer zarten Dame weich und nachgiebig ist. Werden die Blutgefäße nur schwach gedrückt, so regt dieses zu entzündlichen Zuständen auf. Stärkerer Druck macht die Circulation unmöglich. Der Druck, der z. B. durch ein Hühnerauge bei dem Gehen veranlaßt wird, erregt leicht Entzündung der darunter liegenden Gewebe der Zehe. Ein Tourniquet, das wir um ein Glied schlingen, beeinträchtigt den Kreislauf in dem peripherischen Theile desselben. Aehnliches tritt bei den Nerven ein. Geringer Druck erregt, wie die Hühneraugen lehren, Schmerz, größerer,

wie das Tourniquet zeigt, Einschlafen des peripherischen Theiles und geringere Empfindlichkeit desselben. Muskeln, die einem anhaltenden Drucke oft ausgesetzt worden, werden leicht atrophisch. Personen, die, einer Infirmität wegen, Jahre lang an Krücken gehen mußten, geben die deutlichsten Belege für mehrere Momente der Art. Im Anfange erregt bisweilen der so entstehende Druck bei der Zartheit der Oberhaut der Achselhöhlen Entzündung und selbst Vereiterung der tieferen Theile, vorzüglich der Achseldrüsen. Später verhärtet sich die Epidermis so sehr, daß hier selbst heftige Stöße bei raschem Gehen ohne Beschwerde ertragen werden. Im Anfange erzeugt sich oft Schmerz, ja bei sensiblen Personen ein lähmungsartiger Zustand der oberen Extremitäten (H. Mayo) [1]. Später bleiben alle Beschwerden der Art aus. An den Leichen solcher Individuen finden wir häufig die Pectoralmuskeln kleiner und dünner als gewöhnlich. Man sieht hieraus, daß sich die Blutgefäße, die Nerven und zum Theil die Muskeln gegen Einwirkungen zu großen äußeren Druckes mehr oder minder ähnlich verhalten, daß ihre Thätigkeit bei einem geringeren Grade der Einwirkung erhöht, bei stärkerem aber beeinträchtigt wird, daß sich dagegen bei dem Horngewebe die scheinbare Ausnahme darstellt, als ob dieses im Verhältniß der Stärke und vorzüglich der Dauer des Druckes an Masse und an Härte gewänne. Eine genauere Betrachtung giebt jedoch hierüber vollständigen Aufschluß. Wir wissen, daß die Oberhaut aus geschichteten Zellen, von denen die oberen mehr verhornt, die unteren zarter und weicher sind, besteht. Durch die größere Härte der schon verhornten Zellen wird jeder Druck natürlich in seiner Intensität geschwächt. Er erzeugt daher nur, so lange er nicht so stark wird, daß er die Oberhaut in ihrer Continuität stört, eine größere Anregung zur schnelleren Bildung neuer rasch verhornender Epithelialzellen. Da nun die alten nicht in gleichem Maaße losgestoßen werden, so entsteht hierdurch eine Verstärkung der Hornlage und mit ihr eine größere Härte und ein bedeutenderer Widerstand gegen den ferner noch einwirkenden Druck.

Elasticität, Dehnbarkeit und Verschiebbarkeit.

Die weicheren Substanzen unseres Körpers mußten, um das zu ihrer 42
regelrechten Thätigkeit nothwendige Verhältniß ihrer Gestalten zu bewahren, die Fähigkeit besitzen, jede Veränderung ihrer Form, welche bei dem geringen, durch ihre Cohäsion bestimmten Widerstande schon bei minder bedeutenden Größen von Druck oder Zug eintritt, plötzlich oder allmählig wiederum auszugleichen. Sie sind auch deshalb meist mehr oder minder elastisch. Viele von ihnen erhalten aber zugleich noch andere zur Rückkehr in ihre früheren Form- und Größenverhältnisse bestimmte Unterstützungsmittel, die man noch nicht auf bloße physikalische Momente reduciren kann, deren Normen von den bei elastischen Körpern erscheinenden Gesetzen sogar zum Theil abweichen und die man daher als lebendige Zusammenziehbarkeit, vitale Contractilität, besonders unterscheidet.

Um eine größere Elasticität zu erzielen, stehen mehrfache Mittel, 43
von denen wir auch die wirksamsten in unserem Körper angewendet finden, zu Gebote. 1) Da alle Flüssigkeiten wegen der geringen Anziehung ihrer Theilchen elastisch sind, so muß schon hierdurch ein durchweichter Körper einen gewissen Grad von Dehnbarkeit erhalten und an Sprödigkeit verlieren.

---

[1]) Herbert Mayo Grundriß der speciellen Pathologie mit besonderer Rücksicht auf die pathologische Anatomie. Uebersetzt und mit Zusätzen herausgegeben von Fr. Amelung. Abth. I. Darmstadt. 1838. 8. S. 130 u. 194.

Wir haben schon früher gesehen (§. 32), daß durch dieses Mittel so spröde Substanzen, wie die absolut trockenen Proteinkörper sind, zum Aufbau unseres Organismus geeignet gemacht wurden. 2) Eine mit Flüssigkeit gefüllte Blase wird, sofern das Quantum des Fluidum zu ihrem Rauminhalte in passendem Verhältnisse steht, elastisch. Ein Theil, welcher aus vielen, diesen Bedingungen entsprechenden Bläschen zusammengesetzt wird, muß daher in die Reihe der elastischen Körper eintreten. Auf diese Art erhält das Fett, welches bei der Temperatur unseres Körpers eher flüssig, als fest ist, die Fähigkeit, als elastisches Polster zu wirken. Da aber die Elasticitätsgrenze solcher Blasen, welche Flüssigkeiten führen, bei gänzlicher Füllung, jedoch nicht zu starker Ausdehnung am größten ist, so finden wir auch, daß die Zellmembran jeder Fettzelle von dem Fette zwar ausgedehnt erhalten, jedoch nicht zu straff angezogen wird, daß aber in ihr neben dem Fettinhalte keine weiteren Theile vorkommen. Junge Fettzellen, bei welchen noch Kerne und nur einzelne Fetttröpfchen existiren, können daher noch nicht als elastische Werkzeuge functioniren. Ein mäßiges Quantum eines Fettpolsters unter der Haut schützt vor den nachtheiligen Wirkungen des Druckes. Wie aber dieser nach langem Aufenthalte auf einer harten Unterlage leichter, als nach dem anhaltenden Sitzen oder Liegen auf einem gepolsterten Stuhle oder einem weichen Sopha Schmerz erregt, so sehen wir bei sehr mageren Menschen wegen des geringeren unter der Haut vorhandenen Fettpolsters, denselben Effect bei dem Gehen und anderen Körperstellungen schon nach unbedeutenderen Graden der Einwirkung auftreten. Zu viel Fett bringt dadurch, daß es ein zu großes Volumen erzeugt, Theile, die sonst getrennt sein sollen, in reibende Berührung und schadet auf diesem Wege; daher z. B. das Wundwerden der Kinder und sehr fetter Frauen, vorzüglich nach den Regeln, in der Gegend der Anfügung der Schenkel an das Becken. 3) Da Gase, soweit es von ihrem Cohäsionszustande abhängt, elastischer, als tropfbare Flüssigkeiten sind, so muß eine Flüssigkeit oder ein halbweicher Körper, welcher viel Luft gebunden hat, an Elasticität gewinnen. Das mit Luft geschwängerte Wasser ist elastischer, als reines Wasser. Vielleicht trägt dasselbe Verhältniß zu der so großen, vorzüglich bei den Blutkörperchen der Batrachier sehr deutlich hervortretenden Elasticität der Blutmolecüle bei. Die Blutkörperchen führen keinen anatomisch nachweisbaren Luftinhalt. Allein sie haben wahrscheinlich Gase, die sich durch Einwirkung der Luftpumpe, durch Einleiten von Wasserstoffgas u. dgl. heraustreiben lassen, in sich gebunden, zeigen sie aber unter dem Mikroskope eben so wenig, als man durch dieses die in dem Quellwasser gebundene Luft zu erkennen vermag. Ist diese freilich noch sehr zu beweisende Annahme richtig, so muß hierdurch ihre Elasticität erhöht werden. Wir sehen daher auch, daß sie, wenn sie durch sehr dünne Capillaren durchgetrieben werden, schmaler, aber länger werden, sobald sie diese aber verlassen, sogleich ihre alte Gestalt, gleich einer zurückprallenden Billardkugel, annehmen. 4) Die höhere Eigenwärme unserer Körpers muß natürlich die Elasticitätsverhältnisse der Theile eher erhöhen, als verringern. Dieses Moment ist jedoch das Unbedeutendste, weil die Temperatur

unseres Organismus noch zu gering ist und vorzüglich, weil die Organelemente der kaltblütigen Geschöpfe nicht minder bedeutende Elasticitätsgrenzen darbieten. 5) Bei einer und derselben Masse kann sich durch Vermehrung der Oberfläche die Elasticitätsgrenze sehr stark vergrößern. Eine Fensterscheibe ist viel elastischer, als ein Glasklumpen, und ein sehr dünn ausgezogener Glasfaden zeichnet sich durch Elasticität in hohem Grade aus. Die Zerbrechlichkeit, welche das feine Ausspinnen in Fäden bedingt, ist nur relativ. Denn Stricke von derselben Substanz und Dicke sind um so stärker, je feiner der Flachs oder Hanf, aus dem sie gemacht worden, war. Man sieht hieraus, daß die Natur, indem sie die wirksamen Theile unseres Organismus mikroskopisch klein machte, zu sehr dünnen Blättchen umformte, in äußerst feine Fäden auszog, mit einem Worte die Oberflächen möglichst vergrößerte, anderseits aber Tausende dieser zarten Elementartheile zu bedeutenderen Grenzen verband, eine Einrichtung herstellte, bei welcher eben so sehr an Elasticität, wie an Festigkeit gewonnen wurde. 6) Wir wissen, daß Stricke, deren Fäden zu sehr zusammengeflochten sind, an Stärke und Elasticität verlieren. Ohne Nachtheil darf nur die gegenseitige Verflechtung so groß sein, daß die Länge höchstens um $\frac{1}{5}$ bis $\frac{1}{6}$ geringer wird. Auch dieses Gesetz erkennen wir in der Anordnung der Fasern unseres Organismus wieder. Selbst in der am dichtesten geflochtenen faserigen Haut verlaufen sie stets so, daß der Verlust an Länge sehr gering ausfällt. Wo sie, wie bei den Arterien und Venen, z. B. longitudinal wirken sollen, gehen sie in Spiralen mit so hohen Elevationen, wo ihre Effecte transversal sein müssen, in so kurzen Erhebungen und so häufigen Wendeln fort, daß man leicht die spiralige oder schraubenförmige Richtung gänzlich übersieht. Eine solche Verflechtung, wie wir sie bei unseren gedrehten Stricken, bei den künstlichen Haarzöpfen machen, konnte nicht hergestellt werden, weil sonst durch die hierbei Statt findende Spannung und Dehnung der Fäden zu viel Vortheil verloren gegangen sein würde. Der gewiß nicht unzweckmäßige Vorschlag, schlauchförmige Stricke, bei welchen die innigere Verflechtung der Fasern vermieden werden kann, anzufertigen, beruht nur auf demselben zweckmäßigen Principe, dessen Realisation uns die Natur an jedem unserer Blut- oder Lymphgefäße vorgezeigt hat. 7) Bei unseren mechanischen Vorrichtungen umwickeln wir eine größere Menge von Fäden oder Drähten mit anderen in spiraligen Umläufen. Diese letzteren brauchen keineswegs, wenn sie nur stark genug sind, in möglichst zahlreichen Wendeln herumzugehen, sondern können hierbei unter ziemlich bedeutenden Winkeln emporsteigen. Jede Eisendrahtbrücke z. B. giebt uns einen anschaulichen Beleg für diese Verhältnisse. Eine ähnliche Bestimmung haben vielleicht die Umhüllungsfasern oder die Henle-schen Kernfasern. Wir wissen, daß diese an manchen Orten, z. B. in dem Zellgewebe an der Basis des Gehirnes spiralig herumgehen, daß sonst dagegen die Faserelemente das Gewebe in minder bestimmten queren bis schiefen Richtungen umgeben. Besitzen sie eine größere Widerstandskraft oder ersetzen sie diese durch ihre Zahl und Anordnung, so müssen sie dadurch die Festigkeit der Faserbündel, welche von ihnen eingeschlossen werden, erhöhen.

8) Mit zunehmender Härte entsteht natürlich die Gefahr eines Verlustes an Elasticität. Wird es nothwendig, diesen Nachtheil zu vermeiden, so erzielt man eine Correction auf einfachstem Wege dadurch, daß sich die Oberfläche vergrößert. Am deutlichsten sehen wir dieses bei dem Horngewebe. Schon überall wird hier der Gefahr einer zu großen Härte und Sprödigkeit dadurch entgegengewirkt, daß die constituirenden Elemente sehr dünne Blättchen bilden. Im Großen aber erscheinen die Folgen dieser Correction noch auffallender. Der Fischbeinstab wird schon seiner Form wegen elastischer, als das Horn. Das Haar aber steht, weil es ein dünner ausgezogener Faden ist, auf einer so hohen Stufe, daß es an Elasticität selbst weichere bis lufttrockene Pflanzenstoffe übertrifft. Ein mit Roßhaaren gepolstertes Kissen ist bekanntlich elastischer, als ein solches, welches mit Seegras gefüllt ist. Daß die Festigkeit durch die Verfeinerung nicht verliere, sondern gewinne, lehrt der Umstand, daß eine aus Menschenhaaren geflochtene Schnur stärker, als eine gleich dicke, die aus den gröberen Pferdehaaren besteht, ist. 9. Wir wissen, daß eine allmählige Consolidation elastischer, eine übereilte spröder macht. Erhitztes Glas z. B., das plötzlich abgekühlt wird, erhält hierdurch einen sehr hohen Grad von Sprödigkeit. Körper, die durch rasches Abkühlen zu schnell fest werden, springen von selbst. Indem aber alle Festgebilde unseres Organismus nur verhältnißmäßig sehr langsam zu ihren bedeutenderen Dichtigkeitsgraden durch die Entwickelung und die Ernährung übergeführt werden, ist hierdurch ein Moment mehr, um ihre Sprödigkeit zu verhüten, gegeben. Endlich 10) ist es bekannt, daß einzelne Substanzen durch sehr geringe Zusätze anderer Stoffe in hohem Grade an Elasticität gewinnen können. Eisen wird in Verbindung mit kleinen Mengen von Kohlenstoff zu Stahl. Dieser kann wiederum durch einen Zusatz von 0,2 % Silber oder 0,5 % Rhodium sehr wesentlich verbessert werden. Es läßt sich wenigstens theoretisch denken, daß Gewebe, wie z. B. das elastische der Mittelhaut der Arterien, welche ihrer chemischen Elementarzusammensetzung nach anderen viel weniger elastischen Geweben nahe stehen, durch solche untergeordneten Differenzen der chemischen Mischung ihre bedeutendere Elasticität erhalten. Die Formel der mittleren Arterienhaut ist $C_{48} H_{76} N_{12} O_{16}$; die der viel weniger elastischen Muskeln dagegen $C_{48} H_{82} N_{12} O_{15}$ (Liebig und Scherer)[2]. Die Erstere enthält also nur 6 At. Wasserstoff weniger und 1 At. Sauerstoff mehr, als die Muskeln. Aehnliche Vergleiche ließen sich zwischen dem elastischen Gewebe und der Hornsubstanz oder ihr und dem Protein anstellen.

---

[1] A. Baumgärtner die Naturlehre nach ihrem gegenwärtigen Zustande mit Rücksicht auf mathematische Begründung dargestellt. Sechste Auflage von Genanntem und von A. von Ettingshausen gemeinschaftlich umgearbeitet. Wien. 1839. 8. S. 91.

[2] J. Liebig die organische Chemie in ihrer Anwendung auf Physiologie und Pathologie. Braunschweig. 1842. 8. S. 322 und 325. Ueber die abweichende Formel des Fleisches, welche Liebig u. Scherer zu $C_{48} H_{78} N_{12} O_{15}$ annehmen, siehe später die Berechnungen der Formeln der vorzüglichsten Substanzen unseres Körpers.

Für die Thätigkeiten des Organismus reichen bedingte Elasticitätsgrade vollkommen aus, während stärkere eher schaden. Das Fett, auf dessen elastische Eigenschaften in der Einrichtung unseres Körpers in so bedeutendem Maaße gerechnet worden, verliert, sobald es mehr Stearin führt und als Talg erscheint, einen Theil jener Eigenthümlichkeit. Die mittlere Arterienhaut reißt, sobald sie bis zu dem Maximum ihrer Spannkraft getrieben wird, nur um so leichter ein. Hiermit hängt wahrscheinlich die Bildung derjenigen Pulsadergeschwülste, bei welchen nur ein Theil der Mittelhaut der Arterie mehr oder minder verletzt ist, zusammen. Anderseits ist kein gesundes Organ, wenn auch, wie z. B. die Knochen und vorzüglich der Zahnschmelz beweisen, seine Elasticitätsgrenze verhältnißmäßig gering wird, absolut spröde. Nur bei relativ großer Gewalt entsteht hier Bruch oder Splitterung. Häufig noch prallt ein an den Kopf geworfener Stein ohne großen Schaden ab oder macht einen Eindruck, ohne einen Splitterbruch zu bedingen. Dieser tritt erst bei einem größeren Quantum von Masse des Steines oder wenn dieser bei derselben Masse durch die Geschwindigkeit der Bewegung an Kraft gewonnen hat, ein. Tibia und Fibula tragen die Last des Körpers ohne Nachtheil. Ist dagegen bei einer Unterschenkelamputation das Schienbein schon gänzlich, das Wadenbein aber noch nicht vollständig durchsägt, so splittert das letztere leicht in Folge des Gewichtes des Fußes oder des Druckes der Säge. Selbst der so spröde Schmelz besitzt innerhalb einer gewissen Grenze ein Quantum von Elasticität, das wahrscheinlich zum Theil wenigstens durch seine feine Faserung bedingt wird.

Bei den verschiedenen Thätigkeiten unseres Körpers wird die Elasticität zu mehrfachen Zwecken in Anwendung gezogen. 1) Da ein elastischer, momentan nachgebender Körper die Fortpflanzung des Druckes erschwert, so dient er auf diese Weise zur Mäßigung des letzteren. Diese Function versieht z. B. das Fett der Fußsohle bei dem Stehen und Gehen, das des Gesäßes bei dem Sitzen. Eben dasselbe gilt von allen Fettablagerungen, die, wie in der Orbita, an der weiblichen Brust und dgl. dem gegenseitigen Drucke einzelner Körperorgane gegen einander zuvorkommen. Dasselbe Princip ist auch z. B. bei den Knorpelüberzügen vieler Knochen, den Faserknorpelscheiben der Wirbel und zum Theil den Zwischengelenkknorpeln in Anwendung gebracht. 2) Da ein durch eine Gewalt ausgedehnter elastischer Körper nach dem Aufhören von jener zurückspringt, so erzeugt dieses letztere Moment eine dieser Rückkehr in den alten Zustand proportionale Druckkraft. Dieses sehen wir z. B. an den cavernösen Körpern des männlichen Gliedes. Sie hätten sich bei der Steifung auch, ohne von einer festen, gelben, elastischen Hülle umgeben zu sein, vergrößern können. Allein durch die letztere erhält nicht nur der Penis zur Zeit der Erection eine bedeutendere Härte, sondern es wird dadurch zugleich möglich gemacht, daß die kräftig ausgedehnte Scheide, indem sie bei dem Nachlasse der Steifung elastisch zurückspringt, mit großer Kraft auf die venösen Maschenräume des fächerigen Gewebes drückt und so die Schnelligkeit der Entleerung des vermehrten, in ihnen befindlichen Blutquantum wesentlich unterstützt. Zum Theil in ähnlichen Verhältnissen stehen die knorpeligen zu den knöchernen Rippen bei dem Ein- und dem Ausathmen. 3) Bei elastischen Röhren hat man den doppelten Vortheil, daß sie einerseits auf eine ihrer Elasticitätsgrenze entsprechende Weise mehr Flüssigkeit aufnehmen können und anderseits durch ihre spätere der Füllung und Ausdehnung proportionale Druckkraft die Fortbewegung des in ihnen enthaltenen Fluidum befördern. Dieses sehen wir z. B. am deutlichsten in den Arterien. 4) Alle Ventile functioniren leichter, wenn ihre Masse weder zu weich, noch zu 44

spröde ist, sondern einen entsprechenden Grad von Widerstandskraft und Elasticität besitzt. Wir sehen deßhalb schon von vorn herein, daß alle Klappen, welche in unserm Körper vorkommen, entweder mit sogenannten elastischen Fasern oder mit andern Faserbildungen, welche Spannkraft besitzen, mehr oder minder versehen sind. Ein zur Aufblähung bestimmtes Segelventil aber muß natürlich zugleich weicher, als ein Taschen- oder Klappenventil sein. Wir finden daher auch diese Differenz, wenn wir z. B. die Atrioventricularklappen des Herzens mit den halbmondförmigen der Lungenarterie und der Aorta vergleichen. Auf die Taschenventile der Blutadern und der Lymphgefäße werden wir bei den hydraulischen Verhältnissen unseres Körpers zurückkommen.

45 An die Erscheinungen der Elasticität schließen sich zunächst die der Expansion und der Dehnbarkeit, mögen diese nun nach ihrem Aufhören von einer Rückkehr in den früheren Zustand begleitet sein oder nicht. Das vorzüglichste Moment der Ausdehnung der in unserem Körper befindlichen elastisch flüssigen Substanzen bildet die höhere Eigenwärme, von welcher alle unsere Theile mit Ausnahme der stärker verhornten Parthieen durchdrungen sind. Für sie können wir vorläufig als Durchschnittszahl 37°,5 C. annehmen. Ein Cubikcentimeter Luft z. B., die auf 15° C. erwärmt eingeathmet wird, muß, wenn sie durch die Eigenwärme unserer Lungen auf 37°,5 gebracht würde, bei einem Ausdehnungscoefficienten von 0,00366 ein Volumen von 1,082350 Cubikcentimeter einnehmen. Wiegt ein solcher Cubikcentimeter Atmosphäre unter 45° geographischer Breite und bei einem Barometerdrucke von 760 Millimeter bei 0° C. 0,001299 Grm., so müßte unter Voraussetzung des gleichen Druckes dasselbe Volumen atmosphärischer Luft bei 15° C. 0,0012313965 Grm. und bei 37°,5 C. 0,001142218 Grm. betragen. Abgesehen von den chemischen Veränderungen, welche in den Lungen eingeleitet werden, muß daher die ausgeathmete Luft ausgedehnter, als die eingeathmete sein. Das gleiche Volumen der ersteren muß weniger, als das der letzteren wiegen. Etwas Aehnliches gilt für die tropfbaren Flüssigkeiten. Setzt man ein Volumen Wassers bei dem Zustande seiner größten Dichtigkeit, nämlich bei + 4° C. = 1,000000, so beträgt es bei 37° C. 1,00661 (Despretz). Macht man das Gewicht desselben bei 4° C. = 1,000000, so gleicht dieses bei 35° = 0,994272 (Hallström). Wiegt 1 Cubikcentimeter Wasser bei 4° C. 1 Grm., so hat er bei 37° C. ein Gewicht von 0,99343347 Grm. Bei Salzlösungen nimmt die Ausdehnung noch mehr, als bei destillirtem Wasser zu. Ist z. B. das Volumen eines künstlich nachgemachten Meerwassers bei 4° C. = 1,0000000, so beträgt es bei 35° C. = 1,0075813 (Muncke)[1]. Hiernach müssen auch die tropfbaren Flüssigkeiten unseres Körpers, welche, wie die Lymphe, das Blut, die Ernährungsflüssigkeit, die Absonderungsfluida u. dgl., Auflösungen von organischen Materien und Salzen bilden, in unserem lebenden Organismus expandirter und daher leichter,

1) Poggendorff in J. Liebig u. J. C. Poggendorff Handwörterbuch der reinen und angewandten Chemie. Bd. I. Braunschweig. 1840. 8. S. 620 u. 624

als in der erkalteten Leiche sein. Nach welchem Maaße diese Ausdehnung bei festen organischen Stoffen durch Erhöhung der Temperatur zunimmt, ist noch nicht erforscht. Wir dürfen jedoch auf die durch die thierische Wärme nothwendig bedingte Expansion bei Beurtheilung der Thätigkeiten keinen zu großen Werth legen. Denn einerseits sehen wir die gleichen Functionen bei kaltblütigen Thieren, also ohne jene größere Ausdehnung durch eine höhere Temperatur eintreten und anderseits sind die durch diese erzeugten Volumensveränderungen verhältnißmäßig klein. Nimmt z. B. ein Mensch mit jedem Athemzuge 20 Cubikzoll Luft von 15° C. in seine Lungen ein und erwärmt sie in diesen bis 37°,5 C., so muß sie dann ein Volumen von 21,6470 Cubikzoll erhalten. Statuiren wir, um vorläufig ein übersichtliches Datum zu haben, daß die Ausdehnung des Blutes durch die Wärme ungefähr wie die einer Salzlösung vor sich gehe, so können wir die für 15° — 24° R. von Lenz bestimmten Verminderungen des specifischen Gewichtes des Meerwassers zu Grunde legen. Die Differenz wird, je höher die Temperatur ist, um so größer und beträgt bei einem spec. Gewicht von 1,02 — 1,03 des Meerwassers bei 15° bis 16° R. 0,000327, bei 23°—24° R. 0,000500. Die aus allen Unterschieden genommene Mittelzahl für 1° R. ist 0,000409. Legen wir diesen letzteren Werth und ein spec. Gewicht des Meerwassers von 1,025 zum Grunde, so haben wir für das Blut einen Coefficienten von 0,0004208909 für 1° R., und dieses, welches bei 15° C. ein durchschnittliches spec. Gewicht von 1,0548 zeigt, würde im lebenden Körper bei 37°,5 C., also bei einer Differenz von 18° R., ein solches von 1,047223965 haben. 1 Vol. Blut bei 15° C. würde 1,007234 Vol. lebenden Blutes gleichen [1]).

Alle halbweichen bis festeren Theile unseres Körpers besitzen, wie 46
schon zum Theil erwähnt wurde, einen über ihre Elasticitätsgrenze hinausgehenden größeren oder geringeren Grad von Dehnbarkeit. Dieser ist entweder für gewisse beständige Zwecke berechnet oder er macht es möglich, daß etwa momentan und ausnahmsweise einwirkende größere, jedoch gewisse Grenzen nicht überschreitende Zug- oder Druckkräfte die Continuität der Gewebelemente nicht stören. Der zähe Schleim z. B. dient durch seine Dehnbarkeit, um, wenn er an Theilen haftet, bei der größeren Volumensveränderung derselben immer noch ihre Oberfläche zu überziehen. Ein Band, eine Sehne können plötzlich stark gedehnt werden, ohne sogleich zu reißen. Sie bleiben aber leicht eine Zeit lang schlaffer, begünstigen dadurch Lagenverrückungen der festen Theile und machen z. B. an den Gelenken den Eintritt einer Verrenkung bei ferneren Wirkungen von Druck oder Zug häufiger möglich. Bei sehr ausgedehnten und laxen Gelenkbändern kann der durch die bloße Contraction der entsprechenden Muskeln bedingte Zug eine Verrenkung oder eine Subluxation hervorrufen. Wie aber alle Körper bei

[1]) Ich habe diese Zahlen nur, um ein anschaulicheres Beispiel zu geben, berechnet. Man sieht aber leicht, daß weder das specifische Gewicht des Blutes, noch die Expansionsgrößen durch höhere Wärmegrade irgendwie hinreichend basirt sind, um von solchen Werthen sichere fernere Anwendungen zu machen.

plötzlichem Drucke oder bei raschem Ziehen eher, als bei langsamem, allmähligen und gleichartig vertheilten brechen oder reißen, so finden wir ganz das Gleiche bei den verschiedenen Theilen unseres Organismus. Durch plötzliche Gewalt, welche z. B. das Oberarmgelenk trifft, reißen oft die Gelenkbänder und die Gelenkkapsel. Es entsteht so durch den nachfolgenden ungehinderten Zug der Muskeln eine Verrückung des Oberarmbeines, eine Luxation des Humerus. Ein Aequilibrist dagegen erwirbt sich durch allmählige Uebung die Fertigkeit, seine Gelenkbänder so dehnbar zu machen, daß er seine Extremitäten in viel größeren Bezirken als wir bewegen kann. In je zarterem Alter solche Künste eingelernt werden, um so weiter kann es in diesen Dingen gebracht werden. Der Erwachsene vermag nicht, seine Zehen an den Mund zu führen. Selbst das gesunde Kind kann es nur durch Unterstützung der oberen Extremitäten. Menschen, die ohne Arme geboren sind, besitzen nicht selten diese Fähigkeit in sehr hohem Grade. Durch einen starken Schlag giebt die Haut ihre Continuität an der sie treffenden Stelle leicht auf. Eine Sehne kann durch äußere Gewalt, wie selbst durch zu starke Muskelzusammenziehung zerrissen werden. Eine allmählig sich ablagernde Geschwulst dagegen dehnt nicht selten die Haut sehr stark aus und verwandelt durch ihren allmähligen Druck und ihre unmerklich sich vergrößernde Spannung den Muskel sowohl, als die Sehne in dünne bandartige Gebilde. Bricht endlich die Haut auf, so ist dieses nicht sowohl ein einfaches Einreißen, als ein sogleich complicirterer, von Eiterung und Verschwärung begleiteter Zerstörungsproceß.

Die verschiedene Widerstandskraft, welche die mannigfaltigen Gewebtheile der sie treffenden Dehnung entgegensetzen, erklärt uns mehrfache Verschiedenheiten des Schmerzes, die wir bei einzelnen Krankheitszuständen eintreten sehen. Die Ablagerung von zu viel Exsudationsmassen, von Eiter oder Jauche dehnt die benachbarten Theile aus und wird schmerzhaft. Bei Beengung des Raumes stoßen die kleinen Schlagadern überall auf festere Substanzen in ihrer Umgebung und pulsiren alsdann stärker. Daher der Schmerz und das Klopfen bei jedem Abscesse, der sich zum Aufbruche vorbereitet. Das Leiden ist aber aus leicht ersichtlichen Gründen in dichteren Theilen, wie z. B. der Mamma, bedeutend heftiger, als in lockeren, z. B. dem Unterhautzellgewebe. Bedenken wir, daß die Krebsverhärtungen aus so festen und so innig verwebten Fasern bestehen, daß diese beinahe steinharte Geschwülste bilden, so darf es uns nicht wundern, wenn durch die Ablagerung von Zellen zwischen ihnen vor und nach dem Aufbruche und bei dem Uebergange in Carcinom so heftige Schmerzen entstehen, daß die Kranken ihre Qualen mit dem Brennen glühender Kohlen, dem Durchschießen brennender Pfeile u. dgl. vergleichen. Eine Knochensubstanz, welche viele Markkanälchen und dichtere Wandungen derselben darbietet, muß auf gleiche Art der durch Ablagerung von Eiter in den ersteren erzeugten Ausdehnung einen großen Widerstand entgegensetzen. Bei der bedeutenden Empfindlichkeit der Markhaut müssen so die heftigsten Schmerzen entstehen. Wir sehen daher auch, daß Kranke, welche z. B. an sogenanntem inneren Knochenfraße des unteren Endes des Oberschenkelbeines leiden, durch ihre Uebel so sehr gequält werden, daß sie den Moment der Amputation sehnlichst erwarten. Eiterungen in weichen nachgiebigen Theilen dagegen sind häufig von gar keinen Schmerzensempfindungen begleitet.

47 Werden feste physikalische Körper über ihre Elasticitätsgrenze hinaus, ohne zu reißen, ausgedehnt, so ist eine constante Verlängerung derselben die Folge dieser Einwirkung. Bei vielen, ja wahrscheinlich allen Theilen unseres Organismus können Mißstände der Art früher oder später wieder ausgeglichen werden. Die Elemente vermögen in ihren alten Spannungs-

zustand zurückzukehren. Diese selbstständige Annäherung der Molecüle erfolgt durch Verhältnisse, die wir nicht auf Vorgänge der unorganischen Natur zurückführen können und die wir daher unter die Rubrik der lebendigen Contractilität zu bringen uns genöthigt sehen. Wenn z. B. die Haut durch eine Geschwulst zu sehr ausgedehnt worden, so zieht sie sich nach der Entfernung der letzteren allmählig so sehr zusammen, daß sie häufig die normale Beschaffenheit wieder erlangt. Die während der Schwangerschaft sehr gedehnten Bauchdecken kehren nach und nach zu ihrer früheren Stellung zurück. Nur bei mehrfacher Wiederholung der Schwangerschaft oder bei sehr schlaffen Subjecten bleiben mehr oder minder bedeutende Grade der früheren Verlängerung zurück. Der Augapfel kann durch Wasserergüsse in seinem Innern bedeutend an Umfang zunehmen. Treiben wir das Wasser auf anderen Wegen ab, so tritt oft die Rückkehr zu dem früheren Volumen verhältnißmäßig sehr schnell ein u. dgl. mehr. Ueberhaupt aber zeichnen sich alle Fasern unseres Körpers, welche lebendiger Zusammenziehungen fähig sind, dadurch aus, daß sie im Zustande der Erschlaffung ausgedehnt, in dem der Thätigkeit verkürzt sind. Die Verminderung der Länge erfolgt entweder durch Zickzackbiegungen und ist also hier nicht absolut, sondern nur relativ oder durch Annäherung ihrer feineren Theile aneinander oder durch beide Momente zugleich. Diese Veränderungen aber sind, wie wir in der Folge sehen werden, keine Erscheinungen der Elasticität oder anderer ähnlichen Kräfte, sondern bieten sogar von Gesetzen der letzteren sehr wesentlich abweichende Normen dar.

Ein deutliches Beispiel von den Contractilitäts- und Ajustirungsverhältnissen der Haut giebt folgende Erfahrung. Ein junger Mensch hatte an den Fingern beider Hände bedeutend große Enchondrome. Da die des Ringfingers und des kleinen Fingers so umfangreich waren, daß sie den ferneren Gebrauch der einen Hand sehr beeinträchtigten, so wurde die Ausrottung dieser Theile vorgenommen (Demme). Als Vorbereitung zur Operation unternahm man die Unterbindung der Ulnararterie. Einige Wochen nach derselben stand schon die von dieser Unterbindung herrührende Hautnarbe nicht an ihrem früheren Orte, sondern war wegen der Veränderung der Form der Hand allmählig an der Volarfläche gegen den Radius hinübergewandert, so daß man deren ursprüngliche Ursache nicht mehr errathen haben würde.

Die Verschiebbarkeit der flüssigen Theile wird bei allen soge- 48
nannten serösen Höhlen in Gebrauch gezogen. Die kleinen Zwischenräume nämlich, welche zwischen den serösen Häuten und den in ihnen befindlichen Organen übrig bleiben, werden durch seröse Flüssigkeit ausgefüllt. Mit jeder Orts- oder Volumensveränderung der Theile gleitet diese nach verschiedenen Punkten, um die etwa vorhandenen Interstitien unmittelbar auszufüllen. Zu gleicher Zeit kann sie die Oberflächen der Organe schlüpfriger machen, damit sich diese desto leichter neben einander hinbewegen. So schwankt z. B. die Cerebrospinalflüssigkeit auf eine den Bewegungen des Gehirnes und des Rückenmarkes entsprechende Weise. So gleiten die Gedärme durch die in der Bauchhöhle befindliche seröse Feuchtigkeit leichter an einander vorbei. Auch um die gegenseitige Reibung fester Theile zu vermeiden, bedient sich die Natur, wie wir z. B. bei der Synovia der Gelenke sehen, desselben Mittels, gleichwie wir selbst

zu ähnlichem Zwecke die Achse eines Rades mit Oel oder Theer einschmieren. Uebergießen wir Hühnereiweiß mit dem gleichen oder mit dem doppelten Volumen Wasser und filtriren das Ganze, so erhalten wir ein Filtrat, das zwar noch ganz flüssig und klar, aber zähe und schlüpferig ist und das man schon gut benutzen kann, um damit zwei feste Körper, welche leicht an einander dahingleiten sollen, zu bestreichen. Eine hierzu noch geeignete Eiweißlösung giebt nach dem Verdampfen 3 — 5 % festen Rückstandes. Das Eiweiß aber, wie es in dem Hühnereie unmittelbar vorkommt, führt 12 — 13,8 % wasserfreies Albumin. Da nun die Gelenkschmiere ebenfalls verhältnißmäßig reich an diesem ist, bei dem Pferde z. B. 6,4 % desselben enthält, so erklärt sich hieraus ihre Fähigkeit, die gegenseitige Reibung der Gelenkflächen zu vermindern, von selbst. Fehlt sie oder ist sie zu wässerig, so wird die Bewegung eines Gelenkes um so eher, je stärker es belastet ist, erschwert und schmerzhaft. Aehnliche Eigenschaften bietet der zähe und klebrige Schleim, der ungefähr eben so viel feste Stoffe (der der Nase z. B. 6,63 %), als die Synovia (die des Pferdes = 7,2 %) besitzt, dar. Die reichliche Schleimabsonderung am weichen Gaumen hat z. B. zum Zweck, daß die Zungenwurzel, das Gaumensegel, das Zäpfchen mit Leichtigkeit, wie auf einem schlüpferigen Boden, an einander hingleiten. Fehlt sie, so ist das Schlucken, das Sprechen u. s. f. mit schmerzhaften Empfindungen verbunden.

Adhäsion, Capillaranziehung und Porosität.

49 Adhäsionserscheinungen flüssiger Substanzen an festeren treten häufig als Unterstützungsmittel einzelner Thätigkeiten unseres Organismus auf. Wenn z. B. die Augenlider durch ihren Schluß die Thränen über die Oberfläche der Bindehaut des Auges hinstreichen, so haftet ein Theil derselben an dieser an. Sie halten so die freie Parthie der Conjunctiva längere Zeit feucht, als wenn sie sogleich wie Oel von Wasser oder Quecksilber von Glas abflössen. Biegsamere Haare zeigen uns nicht selten unter dem Mikroskope an ihrer Oberfläche anhängende Oeltropfen. Das Fett der Haut, der sogenannten Hautschmiere, bleibt leicht an jener und macht sie auf diese Art geschmeidiger. Eine nothwendige physikalische Folge davon ist, daß die Benetzbarkeit der Haut und die Größe des adhärirenden Fettüberzuges derselben in ungekehrtem Verhältnisse zu einander stehen. Bei dem Waschen des Gesichtes z. B. haftet das Wasser an den minder eingeölten Stellen leichter, als an der Gegend der Nasenflügel, wo stärkere Cryptae existiren. Daß wir uns als Unterstützungsmittel bei der Reinigung unseres Körpers der Natronseife bedienen, hat zum Zwecke, das durch die Absonderung der Hautschmiere gegebene Hinderniß der Benetzung möglichst aufzuheben. Der Embryo, welcher sich immer in dem Amnioswasser befindet, würde an seiner Oberhaut, sobald diese sich in kleineren Fragmenten abzuschuppen anfängt, keinen hinreichenden Schutz gegen die umgebende Flüssigkeit gehabt haben. Im Anfange,

wo seine Epidermialzellen noch sehr innig an einander haften, bedarf er keines besonderen Präservativmittels. Später dagegen erhält er als solches den fettreichen Vernix caseosa. Durch seine Dehnbarkeit und seine Fähigkeit, innig zu adhäriren, wird der zähe Schleim überall zu einem sehr geeigneten Schutzmittel der darunter liegenden Theile und erfüllt außerdem noch mehrere Nebenzwecke, die er zum Theil, wenn seine Consistenz noch größer wäre, schwerer oder gar nicht erreichen könnte. Er hält z. B. Luft, die mit ihm bewegt worden, mechanisch in Form kleiner Bläschen eingeschlossen, läßt aber anderseits auch Gas und Flüssigkeiten, obgleich nach größerem Widerstande, als ihn andere flüssigere Körper darbieten, durch sich hindurch. Im Dünndarme wird das flüssigere Fett des Chymus in dem zähen Darmschleime und dem Niederschlage der Galle emulsionsartig vertheilt. Durch ihre Adhäsion haften die Mundflüssigkeiten und der Schleim des Racheneinganges, des Pharynx und des Ösophagus an dem Speisebissen und machen dessen leichtes und schmerzloses Hinabgleiten in den Magen möglich u. dgl. mehr. Die festere Verbindung von Substanzen mit einander erfolgt entweder durch einen gallertartigen oder dichten Leim, oder durch die Unterstützung des äußeren Luftdruckes, der bisweilen permanenter, wie in den Gelenken, oder variabler, wie in den Eingeweiden der serösen Häute, einwirkt.

Vielleicht hat auch noch ein anderes Adhäsionsverhältniß auf mehrere Thätigkeit einzelner Organtheile einen bestimmten Einfluß. Wenn wir eine Glasröhre in eine Flüssigkeit, welche die Wandungen der ersteren benetzt, eintauchen, so wird durch die zwischen den angrenzenden festen und flüssigen Theilen entstehende Anziehung eine verdichtete Flüssigkeitslage in der äußersten Peripherie entstehen. Es wird zugleich dadurch das Niveau in gewissen Fällen höher steigen. Diese Hebung ist im Allgemeinen schwächer in weiteren, bedeutender in engeren Röhren und am größten in Capillarröhrchen. Das Steigen über das hydrostatische Niveau aber findet früher oder später durch die Gegenwirkung der Schwere eine Grenze. Eliminirt man die letztere, so füllt sich auch die ganze Röhre, sobald deren Innenfläche den gehörigen Adhäsionsgrad für die aufsteigende Flüssigkeit besitzt. Uebergießt man z. B. Oel mit wasserhaltigem Weingeist von dem gleichen specifischen Gewichte und taucht in dasselbe eine an ihrer Innenfläche benetzte Röhre so ein, daß ihr oberes Ende noch unter dem Niveau des Alkohol steht, so füllt sie sich bis zu diesem mit Oel. Hierbei kann sie, ohne daß der Erfolg verändert wird, einen Lumendurchmesser von 1/10 Linie oder von 4 Zoll besitzen (Plateau)[1]. Nun werden wir in der Folge sehen, daß bei allen in thätigen Gefäßen, nicht aber in bloßen Behältern, wie der Gallen-, der Harnblase u. dgl. aufbewahrten Flüssigkeiten unseres Körpers die Gegenwirkungen der Schwere möglich verkleinert sind. Eben so bleiben die Innenflächen der Wandungen dieser Röhren bei der fortdauernden Einwirkung der Flüssigkeiten von diesen mehr oder minder benetzt. Es muß daher die durch Adhäsionsphänomene schon begünstigte Aufnahme geeigneter, ihrem Inhalte und ihrer Benetzung entsprechender Substanzen wesentlich befördert werden. Eine Hautdrüse z. B., die Fett absondert, wird sich auf diese Art eher der Aufnahme anderer Substanzen entfremden und desto leichter Fett in ihr Inneres einziehen. Aehnliche Bestrebungen, nur entsprechende Materien mit größerer Energie zu empfangen und nicht correspondirende zurückzuweisen, werden auch den übrigen Drüsencanälen, so wie den Blut- und den Lymphgefäßen zukommen.

Eine besondere Beachtung erfordern die Verhältnisse der Capillar- 50
anziehung, weil die Natur fast an jeder Stelle unseres Körpers mit

---

[1]) Poggendorff in J. Liebig, J. C. Poggendorff und Wöhler Handwörterbuch der Chemie. Bd. II. Braunschweig. 1842. 8. S. 75.

Haarröhrchen arbeitet und die wichtigsten Flüssigkeiten, wie das Blut, die Lymphe, der Chylus und alle Absonderungsproducte auf einem Theile ihres Weges durch solche hindurchgehen. So haben selbst die stärkeren Stämmchen der feinsten Blutgefäßnetze nur $1/_{100}'''$ bis $1/_{200}'''$, die mittelgroßen $1/_{250}'''$ bis $1/_{300}'''$ und die feinsten $1/_{300}'''$ bis $1/_{400}'''$ im Durchmesser, während der Diameter der dünnsten Lymphgefäße, so weit diese überhaupt bis jetzt bekannt sind, bis zu $1/_{160}'''$ sinkt und von den Drüsenröhren z. B. die Harnkanälchen $1/_{40}'''$ bis $1/_{108}'''$, die Samenkanälchen des Hodens $1/_{12}'''$ bis $1/_{16}'''$ messen[1]). Man sieht leicht, daß wir bei unseren künstlichen Versuchen, die wir über die Capillaritätsverhältnisse anstellen, einerseits so feine Röhren nicht gebrauchen können, und daß anderseits diejenigen, deren sich die Physiker bedienen, keine weichen und porösen Wandungen, wie sie die Natur construirt, darbieten. Das Letztere hat aber deshalb einen großen Einfluß, weil durch diesen Umstand allein, unbeschadet eines extremen Grades von Ebenheit und Glätte der Innenfläche, eine Vollkommenheit und Gleichartigkeit der Benetzung, wie sie bei starren, aus heterogenen Sustlanzen bestehenden Röhren nie erzielt werden kann, erreicht wird. Dieses scheint auch das Hauptmoment, durch welches die unendliche Weisheit des Schöpfers die sonst unwiderstehlichen Hindernisse der Capillarattraction der äußerst feinen Röhren unseres Körpers möglichst eliminirt hat, zu sein. Denn wenn wir z. B. wahrnehmen, wie leicht die zartesten Blut- oder Chylusgefäßchen ihren Inhalt entlassen, wie dieser, nur wenn er dichter wird, in ihnen bleibt, wie ähnliche Erfahrungen an den dünnsten Drüsenschläuchen auftreten, so müssen wir schließen, daß die Natur die Störungen der Haarröhrchenanziehung auf eine Weise, die uns künstlich nachzuahmen unmöglich ist, vermieden habe. Daß aber diese glatten und feinen Röhrchen Flüssigkeiten sehr leicht durchlassen, lehren am besten unsere künstlichen Einspritzungen derselben. Hierbei konnte sich dann die Natur der Capillarität als selbstständiger saugender Kraft in geringerem Grade, als dieses bei stärkerer Haarröhrchenanziehung der Fall gewesen wäre, bedienen. Diese scheint daher auch nur höchstens als Unterstützungsmittel der Füllung, ja vielleicht selbst kaum als solches, wie z. B. bei den Anfängen der Chylus- und der Lymphgefäße und schon weniger bei denen der Drüsenschläuche zu dienen oder in der Art zu functioniren, daß die consistenteren Absonderungsproducte eher in den feineren Drüsenschläuchen zurückgehalten und erst bei größerer Verdünnung leichter abgeführt werden. Daher sehen wir auch, daß die blinden Anfänge von Drüsen, welche, wie z. B. die Speicheldrüsen, meist selbst flüssigere Producte liefern, fast immer zähe mit Kernen vermischte Substanzen unter dem Mikroskope darbieten, und daß diese erst durch Einwirkung künstlichen Druckes, z. B. durch den des Compressorium, den kleinen Schlauch oder das kleine Köpfchen des Drüsenganges verlassen.

---

[1]) C. F. Th. Krause menschl. Anatomie. Zweite Auflage. B. I. 1841. 8. S. 37. 44. 655 u. 671.

Versuchen wir die wichtigsten Punkte, welche bei den Capillaritätswirkungen in Betracht kommen können, durchzugehen, so dürften sich folgende Schlüsse ergeben. 1) Da unter sonst gleichen Verhältnissen die Capillarhöhe dem Durchmesser des Haarröhrchens umgekehrt proportional ist, so müssen die kleineren und kleinsten Gefäße und Schläuche unseres Körpers, sobald in diesen überhaupt die Capillarität in Wirksamkeit treten kann, unter sonst gleichen Verhältnissen Flüssigkeiten stärker ansaugen und mit bedeutenderer Tenacität, als größere Gefäßstämme zurückhalten. Auf diese Art kann man sich etwa z. B. den Eintritt des Chylus in die innerhalb der Darmzotten gelegenen Anfänge der Milchgefäße erleichtert denken. Dieses bildet vielleicht zum Theil den Grund, weshalb sie klappenlos sind, während schon die größeren Chylusgefäße der Schleimhaut und des Gekröses durch Klappen, d. h. durch Taschenventile vor dem retrograden Sinken des Milchsaftes geschützt werden. Eben so vermissen wir in den größeren Gängen der Speicheldrüsen wenigstens bedeutendere, das Rohr mehr oder minder anhaltend ausfüllende Mengen jener oben erwähnten zähen Masse, welche sich in den feineren Röhrchen und den Endköpfchen constanter vorfinden. Nach dem Tode kann das Blut aus den Arterienverzweigungen entweichen, während es in den Haarröhrchen der feineren und feinsten Blutgefäßnetze zurückgehalten wird. 2) Wir wissen, daß die Natur und die Dichtigkeit der Flüssigkeit, so wie das Adhäsionsverhältniß derselben zu der Innenfläche der Wandung der Röhrchen eines der wesentlichsten bestimmenden Momente der Capillarhöhe ausmacht. Diese beträgt z. B. in Röhrchen von 1 m. m.,2944 (= 0''',5734) Durchmesser bei Wasser von 1,0000 Dichtigkeit und bei 8°,5 C. Wärme 23 m. m.,1634; bei Weingeist dagegen von 0,8196 Dichtigkeit und 8° C. Temperatur nur 9 m. m.,1823. (Gay-Lussac). Abgesehen von den durch die Adhäsionsverhältnisse bedingten, oft sehr bedeutenden Verschiedenheiten scheint auf den ersten Blick die Dichtigkeit der Flüssigkeit der Capillarhöhe derselben entgegenzutreten, so daß hiernach die stets dichteren und zum Theil zäheren Fluida unseres Körpers unter sonst gleichen Verhältnissen geringere Capillarhöhen als destillirtes Wasser haben müßten. Bis jetzt liegen über diesen Punkt noch keine genaueren Versuche vor. Allein in welchem Grade diese Schwierigkeit nicht sowohl durch die höhere Eigenwärme, als durch die Ebenheit der Innenfläche der Röhrchenwandung und vorzüglich durch die gleichförmige Benetzung desselben überwunden werde, kann folgendes Beispiel beweisen. Wurde in einem Gläschen destillirtes Wasser zu einer Höhe von 2''',9 aufgeschichtet und in dieser dann ein Capillarröhrchen von Glas, welches unter dem Mikroskope mittelst des Schraubenmikrometers einen Lumendurchmesser von 0''',2375 ergab, eingesetzt, so betrug in ihm sogleich nach Beendigung des Aufsteigens die Höhe der Flüssigkeitssäule bei 14° C. 13'''. Ein gleich weites Röhrchen in einer ungefähr gleich hohen wässerigen Lösung des flüssigen Hühnereiweißes von 1,029 sp. Gew. ergab unter den gleichen Verhältnissen circa 12''',75. Nach 2½stündigem Stehen vergrößerten sich beide Säulchen und nahmen später, als sie bis auf 37 — 38° C. erwärmt wurden, noch etwas zu. Beide Größen der Vermehrung erschienen jedoch in Verhältniß zur anfänglichen Capillarhöhe als kleinere Werthe. Wurde nun aber das Röhrchen, welches in dem Eiweiß gestanden hatte und zu Anfange des Versuches unmittelbar trocken eingesetzt worden war, mehrere Male mit destillirtem Wasser ausgespült und auf diese Art an den Wandungen seiner Lumens inniger und gleichförmiger benetzt, so zeigte es unmittelbar nach dem abermaligen Eintauchen in die Eiweißlösung eine Säulchenhöhe von 13''',5 und in einem zweiten Falle sogar eine solche von 24''',75. In zwei Gegenversuchen, bei welchen nach dem vorhergehenden Eintauchen in Eiweiß das Ausspülen mit Wasser unterlassen worden, ergaben sich dagegen nur 12''' und 12''',75. Wurde dasselbe Experiment an einer ungefähr gleich hohen Auflösung von Hühnereiweiß und zugefügtem Kochsalz, welche Solution deshalb ein sp. Gew. von 1,08 darbot, angestellt, so ergaben sich nach dem ersten unmittelbaren Eintauchen 14''',75; nach einem zweiten, welches unmittelbar auf einen Versuch mit der Eiweißlösung von 1,029 sp. G. folgte, 10''',75, während dann wieder unmittelbar darauf nach dem Ausspülen mit destillirtem Wasser eine Hebung auf 13''',5 erschien. Hieraus läßt sich nun schließen, daß die Eigenwärme des Körpers auf diese Art von Capillaritätsphänomene nur in geringerem Grade einwirkt. Wir sehen diese auch in der That bei kaltblütigen, wie bei warmblütigen Geschöpfen auf ziemlich gleiche Weise eintreten. Dagegen wird die gleichförmige Benetzung zu einem sehr wesentlichen Momente. Befänden sich die feinen Röhren unseres Körpers nur in demselben Verhältnisse, wie eine mit destillirtem Wasser ausgespülte capillare Glasröhre, so würde schon dadurch ihre Capillarhöhe für verdünnte

Eiweißlösungen unter günstigen Verhältnissen beinahe um das Doppelte verstärkt werden können. Es ist aber keine Frage, daß die Benetzungsbedingungen in den Capillarröhren unseres Organismus noch günstiger gestellt sind und daß so schon der Durchgang dichterer Protein- und Salzlösungen, wie sie das Blut, der Chylus, die Lymphe und zum Theil die Secrete darstellen, mit Leichtigkeit erfolgen muß. 3) Nach den bis jetzt angestellten physikalischen Versuchen mit Capillarröhrchen, die starre, aus unorganischen Substanzen bestehende Wandungen haben, zeigt die Dicke der letzteren auf die Capillarität keinen Einfluß. Es ließe sich z. B. hiernach vermuthen, daß ein dickwandiges Samencanälchen eben so viel Capillaranziehung, als ein Harncanälchen von demselben Lumen, zu äußern im Stande wäre, wenn nicht etwa 4) die Textur der Wände noch Unterschiede hervorruft. Die Glätte und die Anziehungskraft der inneren Oberfläche des feinen Röhrchens sind nämlich von dem wesentlichsten Einflusse auf die Capillarhöhe. Dieses aber vorausgesetzt, könnte die letztere in feinen Blut- und Lymphgefäßen mit ihrem zarten ebenen Pflasterepithelium und der hinter diesem liegenden durchsichtigen Haut nicht ganz als die gleiche, wie in einem gleich weiten Drüsencanälchen, dessen innere Oberfläche mit unebeneren Zellen oder Kernen und Cytoblastem des Epithelium bedeckt ist, erscheinen. Es läßt sich vermuthen, daß dann in diesem Falle stärkere Adhäsionsphänomene, vorzüglich für dichtere und zähere Substanzen, auftreten werden. Zeigt sich in den größeren Drüsenschläuchen ein ebeneres Pflaster- oder Cylinderepithelium, so würden sie auch hierdurch unter Voraussetzung sonst gleicher Verhältnisse eher vermindert, als erhöht werden. 5) Da der atmosphärische Druck auf die Capillaritätsphänomene keinen wahrnehmbaren Einfluß ausübt, so müssen sie, so weit sie in unserem Körper überhaupt in Anwendung kommen, von diesem Momente nicht influencirt werden. Dieser Satz gilt auch im Wesentlichen für die noch später zu betrachtenden Phänomene der Endosmose und Exosmose. 6) In feineren nicht besonders benetzten Röhren scheidet sich eine Emulsion schneller, als in stärkeren. Biegt man sich eine Glasröhre von ungefähr $1\frac{1}{2}-2'''$ Durchmesser uförmig, zieht die Biegungsstelle aus, so daß sie dünner, als jede der beiden senkrecht aufsteigenden Branchen wird, füllt sie mit einer aus 3 Theilen Wasser und 1 Thl. Oel bestehenden Emulsion, welche man unmittelbar vorher durch Schütteln bereitet hat, und stellt das Ganze in das hydrostatische Gleichgewicht, so klärt sich der dünnere Krümmungstheil früher und vollständiger, als die senkrechten Parthieen des Apparates auf. Aehnliche Erscheinungen gewahrt man noch, wenn man sich durch Schütteln aus 4 Thl. flüssiger Eiweißlösung von 1,029 sp. Gewicht mit 1 Thl. Fett eine milchartige Mischung bereitet. Hieraus folgt dann, daß der Chylus, welcher eine ähnliche emulsive Verbindung darstellt, zur Erhaltung der Integrität der Vereinigung seiner Emulsionselemente in den kleineren Milchgefäßen eher, als in den größeren der Bewegung bedarf, und hier leichter seine eiweißartigen und wässerigen Elemente, als sein Oel abgiebt. 7) Die Verhältnisse der Benetzung sind wiederum auch für diese Erscheinungen von wesentlicher Bedeutung. Ließ ich in gläserne Capillarröhrchen, welche einen Lumendurchmesser von $0''',2375$ hatten, nach Benetzung mit Oel die oben erwähnte Eiweißemulsion aufsteigen, so schied sie sich früher, als in einem anderen gleich weiten Röhrchen, das mit Wasser oder der Eiweißlösung von 1,029 sp. Gew. befeuchtet war. Unter dem Mikroskope erschienen die Verhältnisse des Oeles verschieden. In dem mit Oele benetzten Röhrchen zeigten sich häufig größere Oeltropfen, die, wenn sie, wie es oft der Fall war, der Innenfläche der Röhrchenwandung anhafteten, länglich, unregelmäßig und platter waren. In dem mit Eiweißlösung benetzten Röhrchen dagegen existirten meist kleinere Tropfen und boten immer, selbst wenn sie der Wandung anlagen, runde Formen und verschiedene Größen, wie wir dasselbe auch in dem Chylus finden, dar. Während sie hier bei der Betrachtung des horizontal liegenden Röhrchens aus der Vogelperspective unter dem Mikroskope scharf begrenzt erschienen, bedingten die bei der Oelbenetzung anheftenden Oeltropfen ein eigenthümliches Brechungsvermögen derselben, so daß sie sich verwischter darstellten. Da nun die Chylusgefäße mit eiweißhaltigen und nicht mit öligen Flüssigkeiten benetzte Wandungen haben, so folgt daraus, daß dieser Umstand die Scheidung der Emulsion des Milchsaftes etwas verlangsamen und die runde Form aller beigemengten Oeltropfen erhalten muß. Da zugleich nach Benetzung mit Eiweißlösung das Säulchen verschiebbarer ist, als nach Befeuchtung mit Oel, so muß hierdurch schon der Chylus selbst in seinen feineren Gefäßen eine leichtere Beweglichkeit erhalten. — Alle diese Uebertragungen der Capillarverhältnisse der starren gläsernen Röhrchen auf die Gefäßchen und Canälchen des lebenden Organismus

können jedoch nur auf eine höchst beschränkte und vorsichtige Art ihre Anwendung finden, weil, selbst abgesehen von der Weichheit und Nachgiebigkeit der Röhrchen unseres Körpers, diese fast nie leer und offen sind, sondern eine Flüssigkeitssäule in und vor sich haben und weil in ihnen alle störenden Verhältnisse der Adhäsion und der Reibung möglichst fehlen.

Alle capillaren Röhren, welche in unseren Organen enthalten sind, 51
führen Flüssigkeiten, die nicht ruhen, sondern welche in beschleunigter oder langsamerer, anhaltender oder nur zu verschiedenen Zeiten angeregter Bewegung begriffen sind. Diese aber entsteht durch besondere bedingende Druckverhältnisse, welche, abgesehen von den Zusammenziehungen der Röhrenwandungen selbst, bei den Chylus- und den Lymphgefäßen durch die gleich einer Vis a tergo wirkenden, fortdauernden Einsaugung, in den feinsten Blutgefäßnetzen durch den Druck des Herzens, in den Drüsenschläuchen durch die Fortdauer des Absonderungsprocesses bedingt werden. Es erlauben daher die physikalischen Erscheinungen, welche bei dem Durchtritte von Flüssigkeiten durch capillare Röhren wahrgenommen werden, eine ziemlich ausgedehnte Anwendung auf die Phänomene unseres Organismus. 1) Wenn Wasser aus einem Behälter in Röhren geleitet wird, so müßte es ursprünglich mit einer Geschwindigkeit, welche dem Drucke der Flüssigkeit des Behälters oder der Differenz der Höhe des Niveau derselben und der Lage der Ausflußöffnung entspricht, abfließen. Die Schnelligkeit wird aber um so viel, als der Widerstand, den das Wasser bei dem Austritt aus dem Behälter und durch die Reibung der Innenfläche der Wandungen erfährt, vermindert. Das durch die Friction an den Wänden bedingte Hinderniß steht in geradem Verhältnisse der Länge und in umgekehrtem des Durchmessers der Röhren und wächst, wie die Quadrate der Geschwindigkeit. Bei gleicher Druckkraft muß daher die Bewegung von Fluidis in langen und engen Schläuchen unseres Körpers langsamer, als in weiten und kurzen erfolgen. Das Blut strömt deßhalb z. B. schon in der Nierenarterie viel schneller, als in der Samenschlagader. Bei kräftigerem und rascherem Herzschlage aber, also bei verstärkter Geschwindigkeit des Blutes muß der durch die Reibung an der Innenfläche der Gefäße bedingte Widerstand sehr bedeutend, nämlich im Verhältniß des Quadrates der Schnelligkeit, zunehmen. 2) Fließt Wasser unter einem bestimmten Drucke aus einer Capillarröhre aus, so verschwindet, wenn diese eine gewisse Länge erreicht hat, der dem Quadrate der Geschwindigkeit proportionale Werth aus der allgemeinen Formel der gleichförmigen Bewegung des Fluidum. Ist die Schwere $= g$, die Höhe des Wassers über dem Mittelpunkte der horizontal gedachten Röhrenmündung $= h$, die Länge der Röhre $= l$, der Durchmesser derselben $= d$, die gleichförmige Ausflußgeschwindigkeit $= u$ und bezeichnen a und b zwei durch das Experiment zu bestimmende Coefficienten, so wird die gleichförmige Bewegung der Flüssigkeit durch die Formel $g \frac{dh}{4l} = au + bu^2$ ausgedrückt. au bezeichnet den Theil des Widerstandes, welcher durch die Adhäsion der Flüssigkeit an die innere Oberfläche der Röhrenwandung, bu^2 dagegen die Parthie desselben, welche durch die Rauhigkeiten der Wände entsteht (Gi-

rard)[1]). Je kleiner die letzteren sind, eine um so geringere Länge braucht dann im Allgemeinen die Röhre zu haben, damit der Factor bu^2 verschwinde und au allein übrig bleibe, damit eine rein lineare Flüssigkeitsschicht, durch die Adhäsion derselben, an den Wandungen hingehe. Da nun immer die Unebenheiten, welche das Pflasterepithelium der Gefäße bedingt, nur sehr gering sind, so wird die Größe der linearen gleichförmiger bewegten Flüssigkeitsschicht in ihnen, allein oder fast gänzlich, durch die Länge und vorzüglich durch den Diameter der Blutgefäße, so wie durch die Ausflußgeschwindigkeit des Blutes bestimmt werden. Nun ist 3) der Coefficient a, d. h. die Adhäsion des Blutes an der Innenfläche der Gefäßwandungen wahrscheinlich nicht sehr stark und wird, wie wir bald sehen werden, durch die Durchfeuchtung und gleichförmige Benetzung der Wandungen überdies noch vermindert. Es tritt daher das Phänomen einer gleichförmig bewegten, dicht an den Wandungen befindlichen Flüssigkeitsschicht erst in den feineren und feinsten Röhren auf. Wir finden deßhalb auch diese in der Physiologie sogenannte unbewegliche Schicht nur in den Capillaren oder höchstens in sehr dünnen Arterien und Venenstämmchen, während sie in den größeren Gefäßen fehlt oder fast Null ist. 4) Unter sonst gleichen Verhältnissen wird die lineare Schicht bei stärkerem Drucke schwerer, als bei geringerem auftreten, weil in dem ersteren Falle wegen der größeren Schnelligkeit der Bewegung die Molecüle der Flüssigkeit in bedeutenderem Grade und mit mehr Leichtigkeit schief gegen die Röhrenwandung auffallen und eine gleichförmige Bewegung mehr erschweren. Nun strömt das Blut in den Schlagadern unter einem größeren Drucke als in den Blutadern. Die normalen Druckverhältnisse vorausgesetzt und unter Abstraction von den durch Nachgiebigkeit der Wandungen entstehenden Veränderungen, muß daher die gleichförmige lineare Schicht in den kleineren und kleinsten Venen eher, als in Arterien von gleichem Durchmesser auftreten. Da das Blut der feineren Schlagadern noch unter einem stärkeren Drucke und mit größerer Geschwindigkeit, als in den Capillaren fließt, so erhalten diese, außer der Kleinheit ihrer Durchmesser, noch ein ferneres Begünstigungsmittel für die Erzeugung einer linearen Schicht in ihnen. Eben so dürfte diese bei schwächerem Herzschlage im Ganzen eher, als bei stärkerem begünstigt sein. Nur tritt hier vielleicht ein anderer Umstand modificirend entgegen. Da nämlich bei stärkerem Drucke bu^2 aus der obigen Gleichung erst bei einer größeren Länge der Röhre verschwindet, so muß, wenn sich die letztere gleichbleibt, bei stärkerem Herzschlage ein etwas größerer Widerstand durch das Pflasterepithelium resultiren. Es ist denkbar, daß aus diesem Grunde das zwar absolut feinere, aber relativ stärkere unebenere Pflasterepithelium der Capillaren die Formation der linearen Schicht hier nicht so sehr begünstigt, als dieses in den kleineren Arterien erfolgen würde, wenn relativ gleich starke unebene Oberflächengebilde in ihnen vorhanden wären. 5) Da die Grenze der Länge des Rohres, bei welcher die Bewegung der Flüssig-

---

[1]) Mémoires de la classe des sciences mathematiques et physiques de l'Institut de France. Années 1813, 1814 et 1815. Paris 1818. 4. p. 306—310.

keit linear wird, mit der Vergrößerung des Durchmessers hinausrückt, so muß die lineare Schicht in weiten und kurzen Capillaren schwerer, als in engen und langen zu Stande kommen. Während sie daher z. B. in den feinsten Blutgefäßnetzen des Froschfußes deutlich erscheint und selbst in denen der Froschlungen noch häufig beobachtet wird, fehlt sie in der Regel in denen der Lungen des Wassersalamanders (R. Wagner)[1]. Selbst bei größeren und mittleren Stämmen ist eine Compensation der bedeutenderen Breite durch größere Länge denkbar, und man kann hiernach vielleicht annehmen, daß in Theilen, welche von dem Herzen entfernter sind, die unbewegliche Schicht früher und bei denselben Durchmessern in bedeutenderem Grade auftrete.

6) Die Benetzung des Capillarröhrchens hat auf den Durchtritt der Flüssigkeiten einen sehr wesentlichen Einfluß. Bei Nichtbenetzung feiner Röhren hört die Flüssigkeit bei einer gewissen Verminderung des Druckes, die, abgesehen von der Natur des Fluidum und dessen Adhäsion der Wandungen, mit der Länge und dem Durchmesser des Röhrchens in Proportion steht, auszufließen, auf. Bei passender Benetzung dagegen erfolgt dieses erst unter einem noch schwächeren Drucke. Da nun die Blutgefäßwandungen immer durchfeuchtet und sehr zweckmäßig benetzt sind, so wird hierdurch der Stockung der Flüssigkeit selbst bei mäßigen Druckgraden möglichst vorgebeugt. Dieser Umstand ist wahrscheinlich, in Verbindung mit den günstigen geringen Adhäsionsverhältnissen des Blutes an den Gefäßwandungen, die Ursache, durch welche überhaupt das Blut durch die feinen Capillaren unseres Körpers ohne Beschwerde hindurchgetrieben werden kann. Endlich 7) muß bei dem Menschen und den warmblütigen Geschöpfen, wenn die Weichheit der Wandungen und das Ausfließen in weitere Röhren keine sehr wesentlichen Unterschiede bedingen sollte, die Eigenwärme des Körpers auf die Schnelligkeit der durchgetriebenen Flüssigkeiten einen sehr bedeutenden Einfluß ausüben. Ist nämlich die Bewegung des Wassers in einer Capillarröhre linear geworden, so greift die Verschiedenheit der Temperatur in dem Grade ein, daß sich die Ausflußmengen, welche bei 0° C. erscheinen, zu denen, welche bei 86° C. auftreten = 1 : 4 verhalten (Girard). Nehmen wir nun — was wahrscheinlich nicht in der Art Statt findet — an, daß diese Beschleunigung des Ausflusses für jeden Grad des hunderttheiligen Thermometers um einen gleichen Exponenten = 0,0465 wachse, so wird sie bei starren Capillarröhren und Wasser, wenn wir sie bei 0° C. = 1 setzen, bei der Tempera'ur unseres Körpers = 37°,5 C. 1,74375 betragen. Gegen 5° C. machte sie dann 1,51125 und gegen 10° C. 1,27875 mehr aus. Auf diese Art müßte die höhere Eigenwärme unseres Körpers die Ausflußgeschwindigkeit des Blutes aus unseren Capillaren mehr oder minder beschleunigen. Hiermit scheint auch zu stimmen, daß durch die anhaltende Einwirkung der Kälte so leicht Blutstockungen in ihnen entstehen. Halten wir uns bei kalter Luft im Freien auf, so werden die Nase, die Wangen, das Kinn u. dgl., mit einem Worte Theile, die zuerst abkühlen, roth, d. h. stärker injicirt, weil im Verhältniß

---

[1] R Wagner, Beiträge zur vergleichenden Physiologie. Heft II. Leipzig. 1838. 8. S. 33.

zu der durch die Arterien gelieferten Zufuhr weniger in die Venen hinein abgeliefert wird und sich daher die Capillaren übermäßig mit Blut füllen und dadurch ausdehnen. Daß aber jene Beschleunigung durch die höhere Wärme nur höchstens ein Nebenmittel sein könne, lehren die kaltblütigen Geschöpfe, welche auch häufig genug so feine Capillaren darbieten, daß eine lineare oder unbewegliche Schicht zum Vorschein kommt. Bei ihnen wird der Durchgang des Blutes durch diese feinsten Blutgefäßnetze in gleicher Vollkommenheit ohne Erhöhung der Temperatur bewerkstelligt.

Da das Blut, der Chylus, die Lymphe und einzelne Absonderungsproducte, wie z. B. die Milch, der Same u. dgl. in ihren Grundflüssigkeiten zahlreiche feste Körperchen oder ölige, meist von Eiweißhüllen eingeschlossene Tropfen mechanisch beigemengt führen, so bildet das Verhalten dieser Gemengtheile bei dem Durchströmen durch Haarröhrchen noch ein Supplement zu den eben gemachten Betrachtungen. Die Untersuchung dieser Verhältnisse geschieht am leichtesten auf folgende Weise. Man zieht sich an der Glühlampe sehr feine Capillarröhrchen von Glas aus und bricht sich für jeden einzelnen Versuch ein ungefähr ½—1 Zoll langes Stückchen, das, je feiner es ist, um so weniger zu mehreren Experimenten gebraucht werden kann, ab. Nun bestimmt man unter dem Mikroskope mittelst des Schraubenmikrometers den Lumendurchmesser desselben, läßt hierauf ein Capillarsäulchen der zu untersuchenden Mischung in ihm emporsteigen, legt es horizontal auf eine Glasplatte und fixirt es unter dem Mikroskope. Um dann eine Strömung anzuregen, braucht man nur an das Ende, welches früher in die Flüssigkeit eingetaucht wurde, einen Tropfen der letzteren anzubringen. Die folgenden Beobachtungen wurden ohne vorangegangene Benetzung gemacht. 1) Da unverdünntes Blut des Menschen einerseits durch seine rasch erfolgende Gerinnung und anderseits dadurch, daß es zu wenig Durchsichtigkeit besitzt, die Untersuchung hindert, so fängt man dasselbe am besten in einer mäßig starken Zuckerlösung auf und rührt es sogleich herum. In einem Capillarröhrchen von 0''',106 Lumendurchmesser lagen zur Zeit der Ruhe noch viele Blutkörperchen dicht an der Innenfläche der Röhrenwandung. So wie die Strömung entstand, gingen sie um vieles langsamer, als der centrale Strom, in dem eine noch größere Zahl von Körperchen enthalten war, und hörten später auch wieder früher zu fließen auf. Dabei erschienen sie in der linearen Flüssigkeitsschicht vereinzelter, ja an manchen beschränkten Stellen waren sie durch verhältnißmäßig bedeutende Spatia bloßer Flüssigkeit von einander getrennt. Das Letztere zeigte sich nie bei der rascheren und unregelmäßigern Bewegung der in dem Centraltheile enthaltenen Blutkörperchen. Ganz ähnliche Erfahrungen machte ich an blutigem Wasser, welches sich nach Exenteration des Herzens und der Lungen in der Brusthöhle eines Mannes vorfand, das bei 10° 5 C. ein spec. Gewicht von 1,017 darbot und in einem Capillarröhrchen von 0''',122 floß. Noch besser, als am menschlichen Blute zeigten sich diese Phänomene wegen der bedeutenderen Größe der festeren Elemente am Froschblute, das in einem Röhrchen von 0''',104 beobachtet wurde. 2) Eine aus 4 Theilen Eiweißlösung und 1 Theil Oel bestehende Emulsion bewegte sich, wenn man das früher eingetauchte Ende des in seiner Höhlung 0''',124 messenden Röhrchens mit einem Tropfen Oel in Verbindung brachte, so durch, daß die einzelnen den Wandungen fast nirgends adhärirenden Oeltropfen an diesen letzteren hinzogen, sonst dagegen hier nur hin und wieder bloße Spatia linearer Flüssigkeitsschichten zwischen sich ließen. Wurde der Versuch in einem Röhrchen von 0''',088 Lumendurchmesser, jedoch mit dem Unterschiede, daß man einen Tropfen Eiweißlösung von 1,029 spec. Gewicht applicirte, wiederholt, so strömten weniger große und zahlreiche, distant gelegene Oeltropfen etwas langsamer, jedoch noch schnell genug längs den Wandungen hin, während sich die meisten und vorzüglich die größeren Oeltropfen in dem rascher bewegten Centrum hielten. 3) Wurde die sonst zu undurchsichtige Milch mit ungefähr dem Dreifachen ihres Volumens Zuckerwasser verdünnt, in ein Röhrchen von 0''',095 eingesogen und durch einen Tropfen der gleichen Milch in Bewegung gesetzt, so waren wieder in dem Centrum die Strömungen stärker, als in der Peripherie. Hier lagen einzelne meist zerstreute Milchkörperchen der Innenfläche der Wandung an und gingen bei rascher Bewegung des Uebrigen langsamer vorwärts oder standen selbst, wenn der Centralstrom schwächer war, gänzlich still. In allen Fällen aber gelangten bei stärkerm Flusse einzelne Blutkörperchen oder

isolirte Oeltropfen oder einzelne Milchkörperchen aus dem centralen Strome in die peripherische Schicht und gingen bisweilen bis dicht an die Wandungen, wo sie dann etwas träger bewegt wurden, hinüber. Aus diesen Erfahrungen folgt nun, daß das Auftreten der sogenannten unbeweglichen Schicht, die größere Vereinzelung der mechanisch beigemengten Gebilde, die langsamere Strömung der letzteren, deren bisweiliges Dahinrollen längs der Wandungen, die stärkere Anhäufung solcher Körperchen in dem schnelleren centralen Strome, der bisweilige Uebertritt einzelner in die peripherische lineare Schicht und umgekehrt, mithin alle diese Momente, die wir bei Beobachtung des Capillarkreislaufes in den feinsten Blutgefäßnetzen so oft wahrnehmen, bloße Folgen des Durchströmens durch Haarröhrchen sind und bei solchen aus Glas, d. h. mit starren unorganischen Wandungen eben so gut auftreten können, als in den lebenden, weichen und porösen Blutgefäßchen. Zugleich muß die raschere Strömung im Centrum, wo sich bei den Emulsionen die meisten Oeltropfen finden, der sonst in den Capillaren leichter eintretenden Scheidung emulsiver Flüssigkeiten entgegenwirken und so z. B. den Chylus vor einer solchen Sonderung leichter bewahren.

Die wichtigste Reihe von Capillarphänomenen wird durch die Poro- 52
sität aller thierischen Gebilde hervorgebracht. Bestehen diese, wie das Zellgewebe, die Sehnen, die Bänder, die Muskeln, die Nerven, aus mehr oder minder parallelen, neben einander liegenden Fasern, so lassen sich die zwischen diesen befindlichen linearen Zwischenräume unter stärkeren Mikroskopvergrößerungen unmittelbar wahrnehmen. In Theilen, welche, wie die serösen, die faserigen und die Schleimhäute aus Fasern zusammengewebt sind, müssen zwischen diesen Interstitien übrig bleiben. Allein auch bei den einfachen Membranen und in der Substanz der Fasern und Fäden selbst müssen, selbst wenn wir sie auch nicht sinnlich wahrnehmen, Poren existiren, weil sie im lebenden Körper beständig mit Wasser durchtränkt, d. h. weil die Atome des Wassers zwischen denen der festeren Substanzen eingelagert sind. Wir können uns aber diese mehr oder minder feinen, sichtlichen oder erschließbaren Lücken als Haarspalten oder Haarröhrchen, welche von organischen Lösungen von verschiedener Concentration und differenter Dichtigkeit angefüllt sind, denken. Nun ruhen Fluida, die sich in Capillarröhren befinden und an beiden Enden mit Flüssigkeiten in Verbindung stehen, nur dann, wenn entweder die Capillarität stärker, als die äußere Einwirkung ist, oder wenn beiderseits keine störenden Verhältnisse der Anziehung und des Druckes eintreten. Bei feinen Röhrchen mit starren Wandungen verschwinden sogar die Momente des Druckes gegen die der Adhäsion, der Dichtigkeit und der chemischen Anziehung. Es müssen daher durch die Poren aller thierischen Gebilde, sobald der Widerstand der in ihnen enthaltenen Theilchen überwunden wird, und so lange dieses Verhältniß dauert, Flüssigkeiten hindurchtreten können [1]. Geht nun ein solcher Strom durch eine thierische Membran, welche zwischen zwei Flüssigkeiten eine ebene oder eine röhrige Scheidewand bildet, von dem äußeren Fluidum zu dem innern, so bezeichnet man den Proceß mit dem Namen der Endosmose, ist die Richtung die umgekehrte, mit dem der Exosmose [2]. Diese Phänomene sind rein physikalische Erscheinungen und er-

[1]) Poisson in Poggendorff's Annalen der Physik und Chemie. Bd. XI. Leipzig. 1827. 8. S. 134.

[2]) Dutrochet L'agent immediat du mouvement vital. Paris. 1826. 8. Nouvelles récherches sur l'endosmose. Paris. 1828. 8.

folgen auch bei porösen Scheidewänden, die aus unorganischen Substanzen bestehen, z. B. bei Schieferblättchen, sobald diese 1 Mm. (=0''',443 Pariser Maaß), nicht aber, wenn sie 4 Mm. dick sind (Dutrochet)[1]. Da nun, wenn die äußere und die innere Auflösung verschieden concentrirt sind und sich zu Versuchen der Art eignen, durch die Einwirkung der thierischen Haut die dünnere Flüssigkeit dichter und die dichtere dünner wird, so nimmt man an, daß zwei Strömungen, eine endosmotische und eine exosmotische zugleich Statt finden.

Die gleichzeitige Existenz zweier entgegengesetzt gerichteter Ströme führte zu der Ansicht, daß Endosmose und Exosmose keine Capillaritätserscheinungen seien, sondern von elektrischen Verhältnissen herrühren (Dutrochet). Allein eine speciellere Betrachtung lehrt, daß die Anwesenheit von zwei Strömungen zugleich nur scheinbar ist. Setzen wir z. B. ein offenes, mit Wasser gefülltes Röhrchen, welches an seinem unteren Ende durch eine mit Wasser durchfeuchtete thierische Membran geschlossen worden, in eine Salzlösung, so wird zwar allerdings ein Theil der letzteren zu dem Wasser gehen und die zurückbleibende Menge derselben durch Wasseraufnahme verdünnter werden. Dieses wird so lange, bis sich beide Flüssigkeiten ausgeglichen haben, fortdauern. Allein zwei gleichzeitige entgegengesetzt gerichtete, ursprünglich verschiedene Ströme sind deshalb doch nicht vorhanden. Denken wir uns jedes Interstitium der Blase als ein mit Wasser gefülltes Haarröhrchen, so wird dieses zu dem benachbarten Wasser keine Anziehung haben, dagegen an dem Ende, wo es in die Salzlösung taucht, diese begierig aufnehmen. Der Grund dieses Verhältnisses läßt sich folgendermaßen auffassen. In dem destillirten Wasser halten sich die Theilchen durch ihre gegenseitige Anziehung zusammen. In der Salzlösung dagegen kommt zu dieser Anziehung noch die gegenseitige Attraction der Atome des Wassers und des Salzes hinzu. An dem Ende des mit Wasser gefüllten Röhrchens, welches mit dem destillirten Wasser in Berührung tritt, ändern sich daher die Attractionsverhältnisse nicht. Wo aber destillirtes Wasser und Salzlösung einander berühren, sucht das erstere die Attraction seiner Theilchen gegen einander noch durch die wechselseitige der Molecüle des Wassers und des Salzes möglichst zu verstärken, d. h. es mischt sich mit der Salzlösung und verdünnt diese auf eine Weise, die sich aus seinem Volumen im Verhältniß zu dem der Salzlösung von einer bestimmten Concentration ergiebt. Wir haben daher in dem Capillarröhrchen kein destillirtes Wasser mehr, sondern eine Salzlösung, deren Concentration, abgesehen von den durch die Adhäsion bedingten Veränderungen, dem Concentrationszustande der benachbarten Salzlösung und der Menge des in dem Röhrchen früher enthaltenen destillirten Wassers entspricht. Da nun aber die Poren der thierischen Häute sehr niedrige Capillarröhrchen sind, so muß die Gegenwirkung der Schwere verschwindend klein, d. h. = 0 werden. Mithin muß sich die ganze Länge des Röhrchens mit der Salzlösung füllen, d. h. bis zu dem in das destillirte Wasser reichenden Ende des Röhrchens empordringen. Hier aber entsteht wiederum eine durch die Attraction bedingte Veränderung. Das destillirte Wasser zieht die in dem Capillarröhrchen hinaufgekommene Salzlösung an und verdünnt sie auf eine ihrer Masse entsprechende Weise. Da diese aber in Verhältniß zu der Menge der in dem Röhrchen enthaltenen Lösung sehr groß ist, so muß auch die so gebildete verdünnte Salzlösung äußerst schwach sein. Es muß sich daher in dem nächsten Momente das Röhrchen mit einer äußerst verdünnten Solution füllen. Diese wiederholt dann gegen die äußere concentrirtere Salzlösung desselben Verhalten, nur in etwas geringerm Grade, wie früher das destillirte Wasser und reagirt hierauf in entsprechender Weise auf das innere Fluidum. Je verdünnter die äußere und je concentrirter die innere Flüssigkeit, d. h. je geringer die Größe der bedingenden, hinzutretenden und verstärkenden, wechselseitigen Anziehung der Atome des Wassers und des Salzes wird, um so mehr schwächt sich die Strömung, bis sie endlich bei gleicher Concentration beider Fluida und dem so entstehenden Gleichgewichte der Anziehung zur Ruhe kommt und aufhört. Hieraus folgt, daß dieser Effect nicht sowohl unmittelbar von der gleichen Dichtigkeit der in dem äußern und innern Gefäße ent-

---

[1]) **Dutrochet in Poggendorff's Annalen Bd. XI. 8. S. 139.**

haltenen größeren Volumina der Flüssigkeiten, als von der Ruhe der in den Poren befindlichen Capillarsäulchen abhängt. Treten nun aber mehrfache bald zu erwähnende Momente, welche die letztere Bedingung erfüllen, durch Nebenumstände ein, so muß die Strömung schon früher, als die beiden getrennten größeren Flüssigkeitsmassen zu dem gleichen Dichtigkeitszustande gelangt sind, stille stehen. Uebrigens ist natürlich die Thätigkeit in dem Haarröhrchen stets eine moleculare. Nur der Kürze der Darstellung wegen muß das Ganze so aufgefaßt werden, als erfolge die Anziehung und Veränderung des Fluidum in dem ganzen Capillarsäulchen auf ein Mal.

Aus dieser Haarröhrchenanziehung der Poren der thierischen und über- 53
haupt der organischen Theile ergeben sich aber eine Reihe von Folgerungen, welche auf die Verhältnisse unseres Körpers ihre unmittelbare Anwendung finden. 1) Die Wirkung der Capillarröhrchen auf Flüssigkeiten setzt als vorbereitendes Moment voraus, daß die Röhrchen selbst flüssige Substanzen enthalten. Sind sie mit festen Materien gefüllt, so ist die capillare Anziehung gänzlich aufgehoben oder sie erfolgt nur in so weit, als die feste Ausfüllungsmasse selbst Poren besitzt, oder als sie durch die Einwirkung der benachbarten Flüssigkeit aufgelös't wird. Aus diesem Grunde leisten auch die dichten Horngewebe dem endosmotischen Eindringen des Wassers oder einer andern tropfbaren Flüssigkeit einen um so stärkeren Widerstand, je trockener sie sind und je dichter die sie verbindende Intercellularsubstanz ausfällt. Deshalb erweicht z. B. die Oberhaut eher, als ein Nagel oder ein Haar. Aus dieser Ursache nehmen wir, wenn wir uns ein Hühnerauge ausschneiden wollen, vorher ein Fußbad, damit die Trennung desselben nach der geringeren Wasserdurchtränkung der härteren Substanz und der stärkeren der weicheren Unterlage desto leichter und schmerzloser erfolgen kann. Deshalb ist unsere Oberhaut gegen Wasser und ätzende Flüssigkeiten ein besseres Schutzmittel, als die entblößte Lederhaut. 2) Eine trockene thierische Membran leitet im ersten Momente keine endosmotischen Strömungen ein, sondern saugt anfangs in ihre Poren Flüssigkeiten auf und schreitet erst, wenn sie durchtränkt ist, zu jener erwähnten Thätigkeit fort. Das Brot z. B., welches wir kauen, vermischt sich auf diese Weise mit den Mundflüssigkeiten. So sehen wir, daß Medicamente, welche in die trockene Haut eingerieben, Bäder, welche zu Heilzwecken angewendet werden, erst nach Durchfeuchtung der Oberhaut stärker wirken. 3) Die größere Dicke einer thierischen Membran verhindert eher das endosmotische Durchdringen, während dieses durch eine größere Dünne derselben begünstigt wird. Bei bedeutenderer Stärke der Haut wird natürlich der capillar zu durchlaufende Weg länger. Die Adhäsion gewinnt leichter einen störendern Einfluß, und die Verhältnisse erscheinen überhaupt complicirter, weil wir uns die poröse Beschaffenheit einer stärkeren Membran so denken können, als existirten hier der Höhe nach in den verschiedensten Richtungen verlaufende und auf das Mannigfachste in einander einmündende Haarröhrchen. Daher kommt es denn, daß Lösungen und Stoffe, welche noch durch die dünnwandigen feinsten Blutgefäßnetze durchtreten, schwieriger oder gar nicht durch die Venen und noch weniger durch die Arterien dringen. 4) Es ergiebt sich aus der Theorie der capillaren Wirkungen der Poren thierischer Häute von selbst, daß nur solche Substanzen,

welche in der in den Interstitien der Membran befindlichen Flüssigkeit löslich sind, so lange diese nicht mechanisch verdrängt ist, endosmotisch durchgehen können. Oelt man daher eine thierische Haut ein, so wird sie für Wasser und wässerige Lösungen, die sich nicht mit Oel mischen oder deren Substanzen sich nicht in demselben lösen, theils aus jenem Grunde, theils der geringen Adhäsionsverhältnisse wegen undurchdringlich. Sperrt man z. B. schwefelsaures Kupferoxyd und Eisenkaliumcyanür durch eine mit Leinöl abgeriebene Membran ab, so erzeugt sich noch nach acht Tagen kein Niederschlag, während dieser, wenn man eine einfache durchfeuchtete Haut wählt, in einigen Minuten erfolgt. Dagegen entsteht, wenn man essigsaures Kali und chromsaures Bleioxyd durch eine mit Leinöl durchtränkte Membran sondert, binnen kurzer Zeit in der Bleiflüssigkeit ein gelbes Präcipitat (Kürschner)[1]. Hieraus folgt aber, daß mit nur vereinzelten Ausnahmen Wasserdurchtränkung gegen Oel und Oelimbibition gegen Wasser absperrt. Eine mit Fett durchtränkte Membran wird leicht Fett, schwer oder gar nicht dagegen Wasser, eine mit Wasser durchfeuchtete aber kein freies Oel hindurchlassen. Alkohol hindert auf ähnliche Weise, so lange er nicht verdrängt wird oder fortgeht, den Durchtritt aller Stoffe, die sich nicht in ihm lösen oder mit ihm mischen. Sperrt man Wasser durch eine thierische Haut von Weingeist ab, so wird der letztere wässeriger (Parrot), während das erstere ebenfalls Alkohol aufnimmt (Magnus). Füllt man einen Cylinder, welcher durch eine mit sehr concentrirtem Weingeist abgeriebene Membran geschlossen ist, mit einer gesättigten Lösung von Eisenkaliumcyanür und stellt ihn in eine concentrirte Solution von schwefelsaurem Kupferoxyd, so erfolgt selbst nach einigen Tagen noch kein rostfarbener Niederschlag. Zu demselben negativen Resultate gelangt man, wenn man den Cylinder mit einer gesättigten Lösung von schwefelsaurem Kupferoxyd versieht und in eine concentrirte Solution von schwefelsaurem Eisenoxydul stellt. In beiden Fällen zeigen sich aber, sobald die thierische Haut nur mit Wasser durchfeuchtet ist, die rostfarbenen Präcipitate binnen kurzer Zeit. Eisenchlorid dagegen geht, weil es im Alkohol etwas löslich ist, durch eine mit Weingeist behandelte Membran durch und erzeugt dann z. B. mit Eisenkaliumcyanür einen blauen Niederschlag (Kürschner). 5) Je inniger die Atome einer Flüssigkeit an einander hängen, um so schwerer muß diese natürlicher Weise durch die Poren der thierischen Häute hindurch treten, um so eher diese verstopfen und verschließen. Sehr zähes Eiweiß befindet sich z. B. in diesem Falle. Der Schleim, welcher die Oberflächen vieler Membranen überzieht, vermindert schon aus dieser Ursache die endosmotische Strömung. Daher vergiften wir z. B. einen Frosch sehr schnell, wenn wir das Strychnin, das Opium unter seine Haut einbringen, während er selbst größere Dosen dieser Substanzen, sobald wir sie ihm in den Magen einführen, nicht selten ohne allen Nachtheil erträgt. Daß etwas Aehnliches

[1]) Art. »Aufsaugung, von Kürschner,« in R. Wagner Handwörterbuch der Physiologie. Bd. I. Braunschweig. 1842. 8. S. 56. 57.

auch bei dem Menschen, nur vielleicht in geringerm Grade, Statt finde, läßt sich mit Recht erschließen. Bei flüssigeren Substanzen, die noch keine concentrirten Lösungen sind, wirkt aber der Schleim auch noch dadurch verzögernd, daß er sich mit dem Wasser mischt, Stoffe an dieses abgiebt, dasselbe dann dichter macht und mithin dessen Anziehung gegen eine andere concentrirtere Flüssigkeit vermindert. 6) Dickflüssige Mischungen stehen in dieser Beziehung den zäheren Substanzen am nächsten, weil bei ihnen, unter gleichen Adhäsionsverhältnissen zu den Wandungen, noch ein neues Anziehungsmoment hinzukommt. Einerseits nämlich besteht die Attraction der einzelnen Flüssigkeitstheilchen zu einander und anderseits die wechselseitige Anziehung von diesen und der beigemengten Substanz. Das letztere Moment ist um so stärker, je größer die Vertheilung von jener erscheint. Hierdurch entsteht eine größere Schwierigkeit, durch die capillaren Poren hindurchzudringen (Magnus) [1]. Hieraus erklärt es sich zunächst, weshalb Wasser und vollkommene wässerige Lösungen am leichtesten exosmotisch austreten. Spritzen wir einem Thiere Wasser in das Blut, so bilden sich schon während des Versuches in allen serösen Höhlen Ergüsse, welche sehr verdünnte Lösungen von Stoffen des Blutes darstellen. Das Gleiche sehen wir bei allen Wassersuchten, welche in einer zu großen Wässerigkeit des Blutes ihren Grund haben. Es erklärt sich so die Schnelligkeit, mit welcher sich flüssige Exsudate in den verschiedensten Theilen des Körpers bilden und vergrößern können. Deshalb werden auch alle zu reichlich erfolgenden Absonderungen wässeriger, wie z. B. der im Munde zusammen gelaufene Speichel, die bei Speichelfluß abgehende Flüssigkeit u. dgl. beweisen. 7) Eine Compensation für die Schwierigkeit des Durchtrittes zäherer Flüssigkeiten bildet bei gleicher Dicke der Membran eine bedeutendere Größe der Haarspalten oder der Poren. Vermöge der Adhäsion stocken solche Fluida in sehr feinen Haarröhrchen und widerstehen selbst den stärksten Druckkräften. Ist dagegen die Capillarröhre weiter, so bildet sich an den Wandungen eine lineare, gleichförmige Schicht, während im Centrum eine freiere Strömung existirt. Ganz dasselbe ist auf die Verhältnisse der Endosmose anwendbar. Hieraus lassen sich z. B. die oft starken Eiweißabsätze in dem Urin bei Albuminurie erklären. Man braucht nur anzunehmen, daß sich aus irgend einem Grunde, z. B. aus Erschlaffung der Fasern und der feinsten Elemente der Gefäße und Röhren die Poren erweitern. 8) Erzeugen sich auf irgend eine Art festere Substanzen, so verstopfen diese leicht die Poren und hemmen die fernere Strömung. Zuvörderst erfolgt dieses leicht bei allen mit der Bildung von Niederschlägen verbundenen Einwirkungen, sobald sich jene an der Blase und in der Substanz derselben absetzen. Eine Verminderung des Processes kann auch vielleicht dadurch entstehen, daß sich an der Blase Schimmel bildet und daß durch dessen Wucherung ein Theil der Poren verstopft wird. Jedoch hört dann die Wirkung, wenigstens das Verdunsten des Wassers

---

[1]) Magnus in Poggendorff's Annalen der Physik und Chemie. Bd. X. Leipzig. 1827. 8. S. 164.

durch Vermittelung einer thierischen Haut, nicht auf (N. W. Fischer)[1]. Hieraus folgt, daß, wenn, wie man bei Vögeln mehrfach beobachtet hat, die Lungen mit Schimmelbildungen angefüllt sind, eine fortwährende, für den Athmungsproceß nothwendige Verdunstung von Wasser des kreisenden Blutes immer noch möglich ist. Endlich 9) müssen Flüssigkeiten, wie Säuren oder Alkalien, welche die Membran selbst angreifen, weicher oder gar gallertig machen, die Verhältnisse der Endosmose mehr oder minder verändern oder selbst in einzelnen Fällen gänzlich aufheben.

Da die Oberfläche des Nahrungskanals während der Resorption der aufgelös'ten oder der durch die Verdauung verarbeiteten Stoffe mit Schleim überzogen bleibt, so suchte ich mir durch folgenden Versuch einen ungefähren Begriff über die Einwirkung des Schleimes auf die Endosmose zu verschaffen. In jedes von drei gleich großen Gläschen wurde ungefähr ½ Cubikzoll destillirten Wassers eingefüllt. Drei Röhrchen von beinahe gleichem Caliber wurden durch die Dünndarmschleimhaut eines Pferdes, das Tages zuvor getödtet worden, geschlossen. Bei Nr. I. war die Schleimhaut von allem anhaftenden Schleime möglichst gereinigt, während dieser, welcher zähe, aber etwas dünnflüssig war, bei Nr. II. u. III. daran blieb. In Nr. I. u. Nr. II. kamen je $^1/_{10}$ Cubikzoll Eiweißlösung von 1,039 spec. Gewicht, in Nr. III. dagegen eine solche, die durch Auflösung von Kochsalz verstärkt war und daher ein spec. Gewicht von 1,081 darbot. Die Schleimhautstückchen waren möglichst gleich ausgeschnitten. Sie sowohl, als die äußeren Flüssigkeiten, welche ursprünglich destillirtes Wasser waren, und die in dem Röhrchen enthaltenen Fluida wurden durch das Gewicht vor und nach dem Versuche bestimmt. Hierbei gingen jedoch die durch Verdunstung entfernten Mengen, die durch den Bindfaden eingesogenen und durch Adhäsion an den Innenflächen der Wandungen der Röhrchen gebliebenen Quantitäten verloren. Die endosmotische Einwirkung dauerte bei 18° C. bis 25° C. 22 Stunden lang. Es ergaben sich hierbei folgende Werthe[2]:

		Vor dem Versuche.	Nach dem Versuche.
I.	Aeußere Flüssigkeit	9,878 Grm.	8,718 Grm.
	Innere Flüssigkeit	2,056 »	1,963 »
	Abgewaschene Schleimhaut	1,330 »	1,254 »
	Verlust	» »	1,329 »
		13,264	13,264
II.	Aeußere Flüssigkeit	9,910 Grm.	8,990 Grm.
	Innere Flüssigkeit	2,015 »	1,950 »
	Schleimige Mucosa	1,355 »	0,974 »
	Verlust	» »	1,366 »
		13,280	13,280
III.	Aeußere Flüssigkeit	9,853 Grm.	9,210 Grm.
	Innere Flüssigkeit	2,190 »	2,026 »
	Schleimige Mucosa	1,201 »	0,894 »
	Verlust	» »	1,114 »
		13,244	13,244

Betrachten wir nun zunächst die Werthe, welche die inneren Flüssigkeiten ergaben, so finden wir bei Vergleichung von Nr. I. u. II., bei welchen ein und dasselbe Fluidum im Röhrchen angewendet worden, daß Nr. II. verhältnißmäßig weniger verdünnt war, als Nr. I. Denn es verhält sich 2,056 Grm. : 1,963 = 2,015 Grm. : 1,923.

---

[1]) N. W. Fischer in Poggendorff's Annalen. Bd. XI. Leipzig. 1827. 8. S. 130.

[2]) Man sieht aus der obigen Tabelle, daß ½ Cubikzoll destillirten Wassers bei 15° C. im Mittel 9,880 Grm. betrug. Der Berechnung nach muß er bei + 4° C. 9,91817 Grm. und daher bei 15° C., wo das Volumen 1,0008751 ist (Despretz), 9,909507 Grm. wiegen. Also Differenz 0,029 Grm.

Wir haben aber bei Nr. II. noch 1,950 Grm. Folglich hinderte der Schleim durch seine Consistenz und seine Vermischung mit dem umgebenden Wasser die Erleichterung der inneren Flüssigkeit um 0,027 Grm., d. h. wenn wir bei den gleichen Verhältnissen die Verlustmomente gleich setzen, um beinahe $1/_{72}$ des ganzen eingefüllten inneren Fluidum. Vergleichen wir nun Nr. II. u. III. und setzen voraus, daß hier die Aenderung nur durch den dichteren Zustand der innern Flüssigkeit erzeugt worden, so zeigt sich, daß diese ein geringeres Gewicht, als sie nach Nr. II. darbieten sollte, besaß. Denn es verhält sich 2,015 Grm. : 1,950 = 2,190 Grm. : 2,119. Der gefundene Werth ist aber 2,026, d. h. noch bedeutend kleiner, als durch die verschiedenartige Adhäsion der Flüssigkeiten an den Röhrchen bei Nr. II. u. III. bedingt sein konnte. Ja der Werth 2,026 Grm. ist sogar geringer, wenn wir nur Nr. I. u. Nr. III. parallelisiren. Denn wir haben 2,056 Grm. : 1,963 = 2,190 Grm. : 2,091. Ich wüßte mir dieses nicht anders zu erklären, als daß das Wasser und der Schleim aus Eiweiß-Kochsalzlösung Chlornatrium begieriger anzogen und hierdurch die äußere Flüssigkeit auf Kosten der inneren schwerer machten. In der That erhalten wir auch für die äußeren Fluida bei Vergleichung von Nr. II. u. Nr. III. ein solches Ergebniß, denn 9,910 Grm. : 8,990 = 9,853 Grm. : 8,938. Wir haben aber als gefundenen Werth 9,210 Grm. Vergleichen wir Nr. I. u. Nr. III., so ergiebt sich 9,878 Grm. : 8,718 = 9,853 Grm. : 8,696. Der Ueberschuß zu Gunsten des Wassers fällt also noch größer aus. Diese größeren Anziehungserscheinungen zu dem Kochsalz, als zu dem Eiweiße dürften es erklären, weshalb überhaupt die Schleimarten reich an Salzen sind und warum z. B. die Flüssigkeit, welche in Folge der Einwirkung der Kälte aus der Nase abfließt, nicht geschmacklos, sondern gesalzen ist. Für die Schleimhaut selbst zeigte sich in allen drei Versuchen ein Gewichtsverlust, der bei Nr. I. 0,076 Grm., bei Nr. II. 0,381 Grm. und bei Nr. III. 0,307 Grm. betrug. Dieses Ergebniß erklärt sich leicht. Denn einerseits giebt die Schleimhaut an das Wasser Stoffe ab und anderseits imprägnirt sie sich nicht entsprechend mit Flüssigkeit. Bei Nr. I., wo das Verhältniß am kleinsten war, verlor sie auf diesem Wege $1/_{17}$ bis $1/_{18}$ ihres Gewichtes. Der größere Verlust bei Nr. II. u. Nr. III. wurde natürlich durch den anhaftenden Schleim bedingt. Wir finden ihn aber auch bei Nr. III. kleiner, als bei Nr. II., weil der Schleim in die äußere Flüssigkelt verhältnißmäßig mehr Salz, als Eiweiß durchzog.

Das wesentlichste Moment für die Intensität und die Dauer der endos- 54
motischen und exosmotischen Strömung bildet die Affinität, welche die beiden durch eine thierische Membran getrennten Fluida zu einander haben. Diese wird aber durch die chemische Verwandtschaft und den Dichtigkeitsgrad bestimmt. Im Allgemeinen gilt das Gesetz, daß wenn nicht frühere Momente oder die Verhältnisse der thierischen Haut zu den Flüssigkeiten Störungen bedingen, die Strömung nicht eher aufhört, als bis das Gleichgewicht der Affinität beider Fluida erreicht ist. Setzt man z. B. in ein Gefäß mit destillirtem Wasser eine mit Blase geschlossene und mit einer Auflösung von Eiweiß gefüllte Röhre so ein, daß die Blase noch allseitig das Wasser berührt und daß die Niveaux beider Flüssigkeiten in gleicher Höhe liegen, so wird, wenn die Verdunstung keine Abweichungen verursacht, die äußere Flüssigkeit nach wenigen Stunden tiefer, die innere dagegen höher stehen und so lange steigen, bis beide Fluida im gegenseitigen Gleichgewichte sind und bei absolutem Gelingen des Versuches gleich concentrirte Eiweißlösungen darstellen. Dagegen wird das Niveau in der Röhre sinken, wenn sie destillirtes Wasser enthält, in der umgebenden Flüssigkeit dagegen Albuminlösung existirt. Eine Blase, ein Darmstück, welches mit Hühnereiweiß locker angefüllt ist, schwillt, in Wasser gelegt, aufs stärkste an und berstet endlich. Dagegen fällt ein strotzend mit Wasser gefüllter Darm in Eiweißsolution eher zusammen (Dutrochet). Jenes Gesetz der gegenseitigen Ausgleichung beider Fluida

erleidet aber durch andere Umstände mehrere reelle oder scheinbare Ausnahmen. 1) Da die Poren der thierischen Haut mit der in ihnen enthaltenen Flüssigkeit die thätigen Theile bei dem Processe sind, so werden Lösungen, die leichter von jenem Fluidum aufgenommen worden, auch eher durchtreten. Enthalten die Poren stärker concentrirte Mischungen, so wird Wasser leichter, als eine consistentere Lösung hindurchgehen. Wir sehen daher aus thierischen Röhren, welche Auflösungen von Salzen, Eiweiß u. dgl. enthalten, das Wasser mit den Salzen reichlicher und diese bei gewissen Anziehungsverhältnissen früher, als das Eiweiß exosmotisch hervorströmen. 2) Ist von den beiden Fluidis nur Eine mit der in den Poren der Membran befindlichen Flüssigkeit mischbar oder löslich, so wird nur dieser der Durchtritt gestattet sein. Belege hierfür wurden schon oben bei Gelegenheit der Durchtränkung der thierischen Häute mit Oelen oder mit Alkohol angeführt. 3) Bildet sich durch die Vermischung beider Flüssigkeiten ein Niederschlag, so erscheint dieser in der Regel nur an einer Seite der scheidenden Membran und zwar an derjenigen, nach welcher die Flüssigkeit vermöge ihrer Dichtigkeit oder ihrer chemischen Beschaffenheit eine größere Anziehung bedingt. Füllt man z. B. ein Gefäß mit einer verdünnten Auflösung von Eisenkaliumcyanür und setzt in dieses ein durch eine Membran geschlossenes und mit einer fast concentrirten Solution von Eisenchlorid gefülltes Röhrchen, so zeigt sich das Berlinerblau in diesem allein. Befinden sich dagegen das Eisenkaliumcyanür und das Eisenchlorid in den Flüssigkeiten in gleichen Concentrationsgraden, so entsteht das Präcipitat auf der Seite des ersteren (Kürschner). Die Ursache dieser Unterschiede liegt darin, daß diejenige Flüssigkeit, welche die größere Affinität hat, zunächst die Strömung an sich zieht und den Niederschlag erzeugt. Ist jene einseitige Anziehung so bedeutend, daß das gebildete Präcipitat die Poren verstopft, so bleibt die zweite Flüssigkeit klar. Wenn nicht, so muß sie auch, obgleich aus leicht ersichtlichen Gründen viel schwächer, präcipitirt werden. Befinden sich zwei Salzlösungen in einem solchen Verhalten, daß die Basis des einen die Säure des andern begierig anzieht und hierdurch gefällt wird, während das secundär gebildete Salz gelös't bleibt, so zeigt sich natürlich der Absatz an der Seite der stärker anziehenden Base. Bringt man daher z. B. chromsaures Kali und essigsaures Blei zusammen, so erscheint der Niederschlag bei jedem Concentrationsgrade der Flüssigkeiten an der Seite der Bleilösung (Kürschner)[1]. 4) Ein die Endosmose störender oder hindernder Umstand vermag in der Einwirkung der einen oder beider Flüssigkeiten auf die thierische Haut und die in deren Poren enthaltene Lösung zu liegen. Die letztere kann, vorzüglich bei frischen, mit ihrer natürlichen Feuchtigkeit noch versehenen Membranen als eine mehr oder minder verdünnte Eiweißlösung betrachtet werden. Alle Stoffe, welche das Albumin fällen, werden daher die Poren der Haut um so leichter, je lang-

[1]) R. Wagner's Handwörterbuch der Physiologie mit Rücksicht auf die physiologische Pathologie. Bd. I. S. 60. 61.

samer der endosmotische Durchtritt Statt findet, verstopfen. Dieser Fall wird also z. B. bei salpetersaurem Silberoxyd, Chlorgold, Zinnchlorür, Sublimat, salpetersaurem Quecksilberoxydul u. dgl. eintreten. Wenn aber selbst keine Verschließung der Poren Statt findet, so werden leicht die Lösungen durch solche Niederschläge verdünnter und verlieren auf diese Weise an Anziehungskraft. Daher tritt z. B. aus diesen combinirten Ursachen bei den drei zuerst genannten Metallsalzen überhaupt keine Strömung ein (N. W. Fischer)[1].

Von physiologischem Standpunkte dürfte als ein wesentliches, durch die nächste Zukunft zu lösendes Problem anzusehen sein, die gegenseitige endosmotische und exosmotische Anziehung der natürlichen oder künstlich nachgemachten Flüssigkeiten durch die verschiedenartigen thierischen Membranen hindurch quantitativ und qualitativ zu bestimmen. Viele Erscheinungen der Aufsaugung, der Absonderung und der Ernährung, deren Ursachen wir gegenwärtig noch nicht kennen, würden durch solche Experimente ihre sichere Erläuterung finden.

Während einzelne äußere Einflüsse auf die Menge der durchströmen- 55
den Flüssigkeiten und die Zeit, innerhalb welcher dieses geschieht, auf eine nachweisbare Art influenciren, sind, wie bei der Capillarattraction und der Anziehung und Affinität überhaupt, eine Reihe anderer Verhältnisse so gut, als gänzlich einflußlos. 1) Hat die Membran den gehörigen Grad von Widerstandskraft und fehlt die besondere Anziehung, so ändert die Schwere und der Druck den Erfolg wenig oder gar nicht ab. Wird eine mit Blase verschlossene Röhre, welche eine bestimmte Flüssigkeit enthält, in ein Gefäß mit derselben Flüssigkeit so eingesetzt, daß das Niveau der ersteren um 7 Zoll höher, als das der letztern steht, so verliert die Höhe von jener innerhalb 14 Tagen nur ½ bis 1½ Zoll, d. h. so viel, als durch Verdunstung verloren geht (Magnus)[2]. Leistet dagegen die thierische Haut dem Drucke keinen entsprechenden Widerstand, so wird sie ausgedehnter und dünner. Ihre Poren werden größer; die Menge der durchtretenden Flüssigkeiten vermehrt sich; die Zeit, in welcher dieses geschieht, verkleinert sich, und es können consistentere Fluida, welche sonst eine Membran wenig oder gar nicht durchsetzen, durch größern Druck in bedeutenderm Grade hindurchgetrieben werden. Füllt man ein Gläschen zum Theil mit einer Auflösung von Eisenkaliumcyanür, bindet über die Oeffnung desselben ein dünnes Häutchen, wie z. B. die Urinblase oder die Lunge eines Frosches, bestreicht die Außenfläche des letzteren mit einer Eisenchloridsolution und kehrt das Gläschen um, so tritt in einer Sekunde ein schwacher, durch das erzeugte Berlinerblau bedingter Fleck ein (Müller)[3]. Hierbei hängt natürlich die Schnelligkeit der Wirkung von zwei Nebenmomenten ab, einerseits vor dem Zeitinterstitium seit dem Aufstreichen der Eisenchloridlösung auf die Membran bis

[1] Poggendorff's Annalen. Bd. XI. S. 129.
[2] Poggendorff's Annalen. Bd. X. S. 165.
[3] J. Müller Handbuch der Physiologie des Menschen. Erste Auflage. Coblenz. 1833. 8. Bd. I. S. 233.

zu dem Momente, wo die Eisenkaliumcyanürsolution die Haut berührt, und anderseits von dem Drucke der bei dem Umkehren des Gläschens entstehenden Flüssigkeitssäule ab. Bei einer mit der Aorta, der Hohlvene und der Dünndarmschleimhaut eines und desselben Mannes angestellten Versuchsreihe ergab sich, daß, während bei der Aorta und der vena cava bei einem Gesammtdrucke von ungefähr ½ Grm. die Zeit, innerhalb welcher eine verdünntere Lösung von Eisenkaliumcyanür zu einer concentrirtern von Eisenchlorid tritt und in dieser Berlinerblau bildet, noch meßbar ist, bei einem Totaldrucke von 16 Grm. die Application des Eisenchlorids und das Auftreten der bläulichen bis grünlichen Färbung fast in Eins zusammenfallen und das Zeitintervall der Strömungsdauer mit der Secundenuhr selbst nicht mehr schätzungsweise bestimmt werden kann. Hieraus erhellt aber, daß die Durchdringung der feineren Gefäße und Schläuche unseres Körpers in einem Minimum von Zeit, welches natürlich durch die Anziehung der Fluida und die schon oben erörterten Nebenverhältnisse bestimmt wird, erfolgen muß, oder daß der durch die Exosmose entstehende Zeitverlust unter sonst gleichen Verhältnissen möglichst gering ist.

2) Bei starker Anziehungskraft der Flüssigkeiten und bei hinreichend großem Widerstande der thierischen Membran kann, wie bei anderen Affinitätsverhältnissen, auch durch die Endosmose ein Druck von mehreren Atmosphären überwunden werden. Dieses erhärten folgende Versuche. Befestigt man durch Ankitten mit Schellack an die Ausflußöffnung eines Trichters eine lange Röhre, füllt den Innenraum des Trichters zum Theil mit Kochsalz, verschließt ihn durch eine doppelte Lage des aufgeweichten Dünndarmes des Pferdes und setzt ihn in ein Gefäß mit destillirtem Wasser so ein, daß der größte Theil der thierischen Haut den Boden des Gefäßes nicht berührt, so strömt, wenn die Menge des Chlornatrium hinreichend groß ist, noch vor der vollständigen Auflösung des letztern, d. h. also, wenn der Trichter und die Röhre eine möglichst gesättigte Kochsalzlösung enthalten, diese zur freien Mündung der Röhre heraus. Bei einem solchen Versuche ergab sich, daß selbst bei einer Pression von 8,22 Pfund ungefähr noch 2 Tropfen in einer Minute längere Zeit hindurch ausflossen (Gerber)[1]. Daß weit stärkere Grade des Druckes eben so wenig hindern, lehrt folgende Modification dieses Experimentes. Man nimmt eine lange Röhre, die unten heberartig gebogen ist und einen kurzen aufsteigenden und zum Theil kugelig ausgeblasenen Schenkel hat, und füllt diesen zum Theil mit Quecksilber, so daß es, wenn es in das hydrostatische Gleichgewicht kommt, theilweise in den längern Schenkel aufsteigt, den kürzern dagegen an seiner obersten Parthie mit Luft erfüllt läßt. Die letztere kann man auch durch vorsichtige Füllung dieser Parthie mit einer concentrirten Kochsalzlösung austreiben. Nun wird die Röhre durch die Ausgangsöffnung des umgekehrten

---

[1] F. Gerber Handbuch der allgemeinen Anatomie des Menschen und der Haussängethiere. Größtentheils nach eigenen Untersuchungen und mit Benutzung der neuesten Entdeckungen im Gebiete dieser Wissenschaft. Bern, Chur und Leipzig. 1840. 8. S. 24. 25.

Trichters hindurchgesteckt, verkittet und das Experiment in derselben Art, wie bei dem vorigen Versuche wiederholt. Durch den Druck der Salzlösung steigt das Quecksilber in dem langen Schenkel immer höher und fließt endlich an dem freien Ende desselben heraus. Später kommt auch theils durch den Druck, theils durch Capillaranziehung längs der Wände der Röhre Salzlösung nach, geht an der Außenseite der letzteren hinab, verliert ihr Wasser durch Verdunstung und schlägt daher Salz krystallinisch nieder. Bei einem Versuche der Art zeigte sich, daß so durch die Endosmose des Wassers und der concentrirten Kochsalzsolution ein Druck von 2—3 Atmosphären noch nicht störend wirkte (Gerber)[1]. Es läßt sich erwarten, daß stärkere Grade von Pression zu demselben Ergebnisse führen.

3) Bei allen bis jetzt erwähnten hierher gehörenden Versuchen befanden sich beide auf einander wirkenden Flüssigkeiten in Ruhe. Diese kann natürlich auf das Endresultat, nämlich die Herstellung des Gleichgewichtes der Affinität, von geringem oder gar keinem Einflusse sein, sobald keine Niederschläge oder keine störenden Momente der Adhäsion entstehen. Haben wir z. B. als innere Flüssigkeit eine Eiweißlösung, als äußere dagegen Wasser, so wird jedes Theilchen der Albuminsolution, welches durch die Endosmose verdünnter, d. h. specifisch leichter geworden, in die Höhe steigen und es so gestatten, daß wiederum Portionen des concentrirteren Eiweißes die thierische Haut berühren. Dasselbe wird in dem destillirten Wasser, so wie es durch Aufnahme von Eiweiß schwerer wird, der Fall sein. Allein man sieht leicht, daß das relative Resultat durch die Bewegung der einen Flüssigkeit längs der thierischen Haut abgeändert werden muß, weil, abgesehen von den bald zu besprechenden Druckverhältnissen, die Schnelligkeit der Bewegung, sofern dasselbe Atom der Flüssigkeit nicht wieder an seinen alten Ort zurückkehrt, sondern sich von ihm immer mehr entfernt, mit der Zeitdauer der Einwirkung in umgekehrtem Verhältnisse steht. Es kommt daher in diesem Falle zu keinem gegenseitigen Gleichgewichte, sondern es wird nur so viel abgegeben, als die Zeit der Berührung erlaubt, d. h. um so weniger, je schneller das Fluidum längs der thierischen Haut dahingeht. Würde das Blut in unseren Gefäßen ruhen, so müßte es bald bei der Permeabilität der letzteren wesentlich verändert werden, wie wir dieses auch nach dem Tode sehen. Im Leben dagegen findet etwas der Art nicht Statt. Jedes Atom Blut setzt sich mit den Theilen, welche seinen momentanen Strömungsbezirk umgeben, in einer der Kürze der Zeitdauer der mittelbaren Berührung entsprechenden Weise in Wechselwirkung und erhält so seine Integrität vollständiger oder kann bei seinem Kreislaufe auf eine größere Summe von Organtheilen einwirken. Sie aber verlieren dadurch nichts, weil sogleich ein neues Atom Blut nach dem anderen bei ihnen vorbeiströmt. Dieser Satz erlaubt auch für die Verhältnisse der Absonderung die unmittelbare Folgerung, daß die Absonderungsproducte, welche aus dem Blute in die Drüsen übertreten, sobald sie nur nicht in dieses zurückkehren, sondern sich in den Drüsen-

[1]) Repertorium für Anatomie und Physiologie. Bd. V. S. 39.

schläuchen anhäufen, nur in sehr kleinen Mengen im Blute zu existiren brauchen und nichts desto weniger in größeren Quantitäten in dem Absonderungsorgane erscheinen können, weil nach und nach die gesammte Blutmasse des Körpers mit den Drüsenschläuchen in Contact geräth. Auf diese Weise erhalten wir z. B. die größeren Harnstoffmengen im Urin, während das Blut noch sehr kleine, chemisch kaum nachweisbare Quantitäten von Urée enthält. Zugleich wird dadurch der Vortheil gewonnen, daß ein Atom Blut, welches vorher einen Stoff der Dauer seines Contactes proportional abgegeben, später zu andern Theilen in ein anderes Endosmoseverhältniß treten kann, daß z. B. das Blut, welches im Magen und Darm durch die Absonderung des Magen- und Darmsaftes venös geworden, später mit dem Blute der Leberarterie zum Theil gemischt Galle zu liefern im Stande ist. Wird die eine Strömungswirkung aufgehoben, so theilt sich dann auch natürlich die Folge dieser Störung der ganzen Blutmasse mit. Auf diese Art enthält z. B. diese bei der Gelbsucht mehr Gallenstoffe als das gesunde Blut. Es ist keine Frage, daß die Anordnung aller Blutgefäße unseres Körpers, die Beschaffenheit ihrer Wandungen und der sie umgebenden Parenchymtheile, so wie der verschiedenartige Druck, unter welchem die Flüssigkeiten stehen und strömen, durch eine unendliche Weisheit so berechnet sind, daß an allen Stellen eben die bestimmten Stoffe, welche die Ernährung und Absonderung erfordert, austreten, diejenigen dagegen, welche zu der Einsaugung nothwendig sind, einströmen.

4) Da die Wärme auf den Durchfluß der Flüssigkeiten durch Haarröhrchen einen so bedeutenden Einfluß ausübt (§. 51), so läßt sich erwarten, daß höhere Temperaturgrade die Endosmose begünstigen werden. Exacte Versuche hierüber anzustellen ist aber der unter einer solchen Bedingung eintretenden stärkern Verdunstung wegen sehr schwierig, weil diese für die einzelnen Lösungen zuvor besonders bestimmt werden müßte. Ueberdies müßte verhindert werden, daß der fortgehende Dampf noch andere festere Theile mit sich ziehe. Auch werden endlich durch die Verdunstung, sobald sie irgend stärker ist, die Concentrationsgrade der beiden Flüssigkeiten und so die endosmotischen Strömungen geändert. Experimente der Art, welche sichere Werthe und Zahlen liefern sollen, müssen daher bei möglichster Ausschließung der Verdunstung angestellt werden. 5) Die galvanische Elektricität soll die Endosmose beschleunigen. Füllt man die Bauchhöhle eines Kaninchens z. B. mit einer Lösung von Eisenkaliumcyanur, die Brusthöhle dagegen mit einer Solution von Eisenchlorid, so tritt natürlich die Bildung von Berlinerblau bei der Dicke des Zwergfells nur langsamer ein. Sie soll aber augenblicklich entstehen, wenn man einen elektrischen Strom durch das letztere leitet (Fodéra). Schneidet man eine offene Glasschaale in zwei senkrechte Hälften, spannt über die Schnittränder dünne Thierblasen, so daß die beiden Hälften wieder an einander gefügt werden können und dann durch eine doppelte Scheidewand von thierischen Häuten gesondert sind, kittet sie zusammen, füllt die eine Zelle mit Wasser, gießt in die andere dagegen nur einige Tropfen desselben und bringt in die letztere die negative, in die größere Wassermenge aber die positive Elektrode

einer galvanischen Säule, so tritt der Wasserstoff des zerlegten Wassers von dem + Pole zum — Pole und der Sauerstoff in umgekehrter Richtung durch. Zugleich geht aber auch das Wasser aus der + Hälfte in die — Hälfte über, so daß es in der letzteren höher steht (Wollaston und Porret)[1]). Ob hierbei der leichter durchtretende Wasserstoff das Wasser nach und mit sich ziehe, steht dahin.

Um den Einfluß des Druckes und überhaupt die Geschwindigkeit der endosmotischen Strömung durch Gefäße und Schleimhäute zu bestimmen, habe ich einige Versuche nach folgenden Grundsätzen angestellt. Bei gleichen Flüssigkeiten und gleichen Druckverhältnissen wird die Schnelligkeit der Strömung von der Substanz, der Dicke und der Ausdehnung der thierischen Membran abhängen. Die Dicke der dem Experimente unterworfenen Häute erhält man, indem man sich mit dem Doppelmesser senkrechte Schnitte bereitet und diese mikrometrisch mißt. Der Grad der Ausspannung aber kann nur schätzungsweise bei den verschiedenen Häuten gleich gemacht werden. Der Coefficient, welchen die Substanz bedingt, muß durch den Versuch bestimmt werden. Diesen stellt man aber am einfachsten auf folgende Art an. Man biegt sich eine calibrirte Glasröhre heberartig, so daß sie einen kürzern und einen bedeutend längern Schenkel hat, überspannt die Oeffnung des letztern mit der thierischen Haut, befestigt diese, füllt vorsichtig, so daß durch die Luft der Röhre keine Störung entsteht, eine verdünnte Lösung von Eisenkaliumcyanür dergestalt ein, daß das Niveau im längeren Schenkel höher zu stehen kommt, und bemerkt an der Sekundenuhr den Moment, wo die Flüssigkeit die Innenfläche der thierischen Membran zuerst berührt. Nun stellt man den Apparat senkrecht auf, betupft die freie Oberfläche der übergespannten Haut mit einer concentrirtern Auflösung von Eisenchlorid und notirt sowohl die Zeit des Contactes des letzteren, als den Moment, in welchem die dunkelgrünliche Färbung des Eisenchlorids zuerst bemerkt wird. Die Differenz der ersten Zeitbestimmung von der zweiten giebt die Dauer, während welcher die thierische Haut von dem Eisenkaliumcyanür vor dem eigentlichen Versuche durchdrungen worden, während der Unterschied der zweiten und dritten Zeitangabe die Dauer der exosmotischen Strömung anzeigt. Es versteht sich hierbei von selbst, daß man sich mit der Vollendung aller Vorbereitungen, sobald das Eisenkaliumcyanür die thierische Haut berührt hat, möglichst beeilen muß. Nach dem Versuche gießt man die Eisenkaliumcyanürlösung aus und ermittelt ihre Menge durch das Gewicht. Nun füllt man die Röhre mit derselben Lösung so an, daß das Fluidum in dem kürzern Schenkel bis zur Mündung geht und sich in beiden Schenkeln im hydrostatischen Gleichgewichte befindet. Bestimmt man auch dieses Quantum durch das Gewicht und zieht das so erhaltene Ergebniß von dem zuerst gefundenen Gewichte ab, so hat man den Totaldruck der wirkenden Säule. Auf kürzerm Wege kann man auch nur die Höhe der Säule über dem hydrostatischen Gleichgewichte bemerken. Ist das Gewicht der wirkenden Säule in Grm. = g, der Durchmesser der Höhlung der calibrirten Röhre in Centim. = d und das spec. Gew. der angewandten Lösung des Eisenkaliumcyanür = s, so haben wir dann für die im erstern Falle zu berechnende Höhe der wirkenden Säule $h = \frac{4g}{d^2 s . \pi}$. Operirt man in verschiedenen Versuchen und bei verschiedenen Höhen h und h' mit derselben Röhre und der gleichen Lösung von Eisenkaliumcyanür, so ist, da d, s und π dieselben bleiben, $h : h' = g : g'$, d. h. die Höhen verhalten sich, wie die Gesammtgewichte der drückenden Säulen. Gebraucht man zwei calibrirte Röhren mit zwei verschiedenen Durchmessern der Lumina d und e, so hat man dann $h : h' = \frac{g}{d^2} : \frac{g'}{e^2}$. Bei der folgenden Versuchsreihe hatte die angewandte Röhre einen Höhlendurchmesser von 5,75 Millim. = 2'''548. Das spec. Gewicht der Auflösung des Eisenkaliumcyanur betrug 1,138, das der Solution des Eisenchlorids = 1,122. Die Versuche wurden an der Bauchaorta, der benachbarten Hohlvene und der Schleimhaut des Dünndarmes eines Mannes angestellt. 1) Aorta von 0'''367 mittlerer Dicke ihrer Wandung. Unter einem Gesammtdrucke von 0,563 Grm. und nach 14 Secunden oder

---

[1]) Kürschner a. a. O. S. 62.

1 Minute 16 Sekunden oder 4 Minuten Imprägnationszeit dauerte die Strömung bis zu dem Erscheinen des Niederschlages 1 Sekunde. Unter einem Totaldrucke von 16,042 Grm., also bei einem beinahe 28,5 Mal so starken Höhenverhältnisse ging nach einer Imprägnation von 4 Minuten die Erzeugung des Niederschlages so rasch vor sich, daß selbst das Auge kein deutliches Intervall zwischen der Application der Eisenchloridlösung und der Bildung der dunkelgrünen Färbung unterscheiden konnte. Verminderte sich auch nur die Zeit im einfachen Verhältnisse mit dem wachsenden Drucke, so waren nur $\frac{2}{57}$ Sekunden zu dem Effekte nothwendig. Allein einerseits schreitet wahrscheinlich das Verhältniß bei bedeutenderen Druckgraden in stärkerm Maaße vor, und anderseits reichen vermuthlich 4 Minuten unter einem Drucke von 16,042 Grm. hin, um die 0''',367 dicke Arterienwand bis nahe an ihrer Oberfläche mit Blutlaugensalzlösung zu durchtränken. Ich muß aber bemerken, daß sich unmittelbar vor dem Auftröpfeln keine Spur eines Durchdringens der gelblichen Lösung beobachten ließ. Eine bedeutende Verzögerung entsteht, wenn die Arterie einige Zeit an der Luft gelegen und so durch Verdunstung Wasser verloren hat. In diesem Falle zeigte sich nach der Imprägnation von 5 Minuten 15 Sekunden oder von 6 Minuten oder 7 Minuten unter einem Drucke von 0,563 Grm. eine Strömungsdauer von 2 Sekunden, ja in einem Falle nach einer Imprägnation von 7 Minuten 30 Sekunden eine solche von 3 Sekunden. Durch Verringerung der Durchfeuchtung kann also die Zeit des endosmotischen Durchdringens sehr leicht um das Zweifache bis Dreifache verlangsamt werden. Nehmen wir aber für die Strömung durch eine Dicke von 0''',367 den Werth von einer Sekunde an, so würde jene, abgesehen von hindernden und störenden Nebenmomenten, in einer Minute ein Stück Arteriensubstanz von 22'''02 durchsetzen. 2) Hohlvene 0''',318 mittlerer Dicke. Unter 0,649 Grm. Druck und bei einer Imprägnationszeit von 35 Sekunden dauerte das Zeitintervall zwischen der Berührung der Membran und dem Niederschlage etwas mehr als 1 Sekunde, bei einer Imbibitionsdauer von 1 Minute ungefähr gerade eine Sekunde, bei einer solchen von 1 Minute 45 Sekunden aber nur ungefähr $\frac{1}{2}$ Sekunde. Wir sehen hieraus, daß bei gleicher Imbibitionszeit, sobald diese eine gewisse Höhe erreicht, die Strömungsdauer durch eine Venenhaut kürzer, als durch eine Arterienhaut ist. Denn reduciren wir 0,5 Sekunde auf 0,563 Grm. Druck und 0''',367 Dicke, so erhalten wir wieder nur 0,5 Sekunde. Ließe sich die Geschwindigkeit der Strömung durch die Substanz der Arterienwand und die der Venenwandung genau bestimmen, so würde das Mittel aus beiden den wahrscheinlichsten Werth für die Schnelligkeit des Stromes durch die Wandung eines Capillargefäßes geben. Allein legen wir selbst den größern Arterienwerth, d. h. für eine Minute eine Geschwindigkeit von 22''',02 zu Grunde und schlagen selbst die Dicke der Capillarwandung zu 0''',001 bis 0''',0005 an, so müßte unter einem Drucke von 0,563 Grm. und bei einer Anziehung, wie sie die beiden genannten Eisensalzlösungen darbieten, der Strom durch die Wand eines feinsten Blutgefäßes schon in $\frac{1}{367}$ — $\frac{1}{734}$ Sekunde durchtreten. Nun hat wahrscheinlich allerdings das Blut im Allgemeinen zu der Ernährungsflüssigkeit, den Organelementen und den Absonderungsfluidis eine geringere Affinität, als eine Lösung von Eisenkaliumcyanür von 1,138 spec. Gewicht zu einer solchen das Eisenchlorid von 1,122 spec. Gewicht. Allein dafür kommen als Compensationsmittel die gleichmäßigere Durchfeuchtung mit einer homogenen Flüssigkeit, der größere Druck, unter welchem das Blut in den Capillaren strömt, und bei warmblütigen Geschöpfen die Eigenwärme hinzu. Wäre aber auch dieses nicht der Fall, so würde immer noch der erosmotische Austritt aus den Capillaren in einem Minimum von Zeit erfolgen. 3) Größer noch als bei den Arterien und Venen erschien die Permeabilität der Dünndarmschleimhaut, die bei 0''',450 mittlerer Dicke und bei einer Imbibition von nur 25 Sekunden unter einem Drucke von 0,649 Grm. den Niederschlag in viel weniger als einer Sekunde lieferte. Hätte aber selbst die Zeitdauer 1 Sekunde betragen, so würde doch schon die Schnelligkeit der Strömung für eine Minute 27''' ausmachen. Diese größere Geschwindigkeit hat aber wahrscheinlich zum Theil darin ihren Grund, daß die Dünndarmschleimhaut an der Luft weniger schnell trocknet und daher auch bis zu Ende des Versuches gleichmäßiger mit Feuchtigkeit durchtränkt bleibt.

56 Ist Wasser gegen Luft durch eine thierische Haut abgeschlossen, so erfolgt die Verdunstung bei gehöriger Durchfeuchtung der Membran eben so schnell, als ständen Luft und Wasser in unmittelbarer Berührung.

Alles Wasser bis auf dasjenige, welches durch die Poren der thierischen Haut zurückgehalten wird, geht bei mäßiger Temperatur nach und nach davon. Hierbei ist die Verdunstung zuerst langsamer und wird später rascher (N. W. Fischer)[1]. Weingeist dagegen, der durch eine thierische Membran abgeschlossen ist, verdunstet nicht. Daher wird auch wässeriger Alkohol, welcher durch eine thierische Haut von der Luft gesondert ist, stets concentrirter (S. Th. v. Sömmerring). Ein solches Abdunsten von Feuchtigkeit durch thierische Häute kommt z. B. bei der Athmung und der Hautausdünstung vor. Die Producte dieser Processe enthalten stets Wasser, weil das Blut nur durch thierische Membranen von der umgebenden Atmosphäre getrennt ist und daher an diese Wasser abgiebt. Dieser Act wird noch durch die Eigenwärme des Körpers unterstützt. Ja wäre die Menge des Wassers, welche mit jeder Ausathmung aus den Lungen davon geht, bekannt, so ließe sich die Menge und die Oberflächengröße des Blutes, welches in den Lungen mit der eingeathmeten atmosphärischen Luft in Berührung kommt, approximativ bestimmen.

Endlich stehen thierische Häute dem Durchtritte von Gasarten nicht 57
im Wege. Werden zwei verschiedene Gase durch eine solche Membran getrennt, so erfolgt wiederum ein endosmotischer und exosmotischer Proceß. Die Luftarten verändern sich nach den zu einem großen Theile noch unbekannten Gesetzen der Diffusion der Gase. Bei gleichem und während der ganzen Einwirkung gleich erhaltenen Drucke stehen dann die durch die thierische Membran dringenden Gasvolumina in umgekehrter Proportion, wie die Quadratwurzeln der Dichte der Gase (Graham). Ist dagegen der Druck verschieden, so tritt das Gleichgewicht schon früher ein und die Strömung der Gase hört dann auf[2]. In den Lungen, an der Haut z. B. haben wir eine solche Wechselwirkung zwischen den in dem Blute enthaltenen Gasarten und der eingeathmeten Luft oder der auf unserer Körperoberfläche befindlichen Atmosphäre. In dem Darmcanale ist ein ähnliches Verhältniß zwischen den Darmgasen und dem Blute denkbar. Daß der Druck, unter welchem das Blut strömt, die Endosmose und Exosmose der Gase modificiren könne, erhellt von selbst.

Füllte man bei 31° C. den Kropf einer Henne mit Stickstoff und brachte ihn unter eine Wasserstoffgas enthaltende und durch Wasser gesperrte Glasglocke, so zeigte er sich nach 20 Stunden, wenn selbst die Temperatur während der Versuchszeit etwas gesunken war, bedeutend angeschwollen, so daß also ein größeres Volumen Wasserstoffgas in ihn eingetreten war, als er Stickgas entlassen hatte (Edwin Faust)[3]. Da die Dichtigkeit der Atmosphäre = 1,0, die des Wasserstoffgases = 0,0688, die des Stickstoffes dagegen = 0,9760 ist, so hätte der Kropf unter Voraussetzung eines stets gleichbleibenden Druckes bedeutend mehr, als das dreifache Wasserstoffgas einnehmen müssen. Denn wir haben $\sqrt{0,0688} : \sqrt{0,9760} = 1 : 3,766437$. War die Combination die umgekehrte, so daß sich der Wasserstoff in dem Kropfe befand, so sank dieser natürlich sehr zusammen. Eine

---

[1] Poggendorff's Annalen. Bd. XI. 132.

[2] A. Baumgartner (u. Ettingshausen) Naturlehre. Sechste Auflage. Wien. 1839. 8. S. 144.

[3] Froriep's Notizen für Natur- und Heilkunde. Bd. XXX. Erfurt. 1831. 4. Nr. 646. S. 118.

mit atmosphärischer Luft halb gefüllte Blase platzte in kohlensaurem Gase in 8 Stunden, eine mit Wasserstoff gefüllte in demselben Gase in 2 Stunden (Faust). Da nun die Dichtigkeit des kohlensauren Gases = 1,5240 ist, so hätte im ersteren Falle unter anhaltend gleichem Drucke für je 1 Vol. in der Blase befindlicher atmosphärischer Luft, das davon ging, 1,234504 Vol. Kohlensäure eintreten müssen. Im zweiten Falle mußte die Blase unter den gleichen Verhältnissen für je 1 Vol. Wasserstoff, das sie entließ, 4,7065 Vol. Kohlensäure aufnehmen. Hätten daher bei beiden Versuchen beide Blasen die gleiche Widerstandskraft gehabt und platzte die des ersteren Versuches nach 8 Stunden, so mußte die des zweiten Versuches, da dort das vergrößerte Volumen 1,2, hier dagegen 4,7 betrug, in 2,042 Stunden platzen. Man sieht hieraus, daß Rechnung und Erfahrung auffallend gut stimmen. Wurde über die große Oeffnung eines Glastrichters eine Haut gespannt, jener alsdann mit Stickgas gefüllt, verschlossen und zuletzt unter Sauerstoffgas gebracht, so tauschten sich ungefähr die gleichen Mengen der beiden Gase wechselseitig aus (Faust)[1]. Auch dieses Resultat konnte nach den Gesetzen der Diffusion der Gase nicht anders erfolgen. Denn bedenken wir, daß die Dichtigkeit des Stickgases = 0,9760, die des Sauerstoffgases dagegen = 1,1026 ist, so haben wir N. : S. = $\sqrt{1,1026} : \sqrt{0,9760}$ = 1,05004 : 0,98792, d. h. für je 1,05004 Stickgas, das heraus trat, wurde 0,98792 Vol. Sauerstoffgas eingenommen. 1 Vol. Stickgas entsprachen hierbei 0,94084 Vol. Sauerstoffgas.

58 Der Eintritt und das Ausströmen der Gasarten aus den verschiedenen thierischen Theilen beruht aber, weil den Organelementen ein verschiedenes Absorptionsvermögen der verschiedenen Luftarten zukommt und so auch eine andere Wechselwirkung mit der Atmosphäre resultiren muß, auf complicirteren Verhältnissen. Leider fehlt es hier noch an exacten Erfahrungen, auf denen man fernere Schlüsse bauen könnte, in hohem Grade. Das Absorptionsvermögen der dichteren Theile unseres Körpers ist noch so gut, als gänzlich unbekannt. Bei 15° C. und 0,73 Met. Barometerstand absorbirte 1 Vol. Wolle 0,43 Vol. Sauerstoff und 0,24 Vol. Stickstoff, 1 Vol. Seide dagegen 0,44 Vol. Oxygen und 0,125 Nitrogen (Saussure)[2]. Es läßt sich daher erwarten, daß die dichteren Horngewebe, wie die Oberhaut, die Nägel und vorzüglich die Haare, welche in fortwährender Berührung mit der Atmosphäre sind, so wie vielleicht selbst die inneren Faserstoffgebilde auch während des Lebens ihr mehr oder minder starkes Absorptionsvermögen in Thätigkeit setzen werden. Die Luftbläschen jedoch, welche aus uns, sobald wir ein Bad nehmen, emporsteigen, gehören nicht hierher. Denn sie stammen von derjenigen Luft, welche den Unebenheiten unserer äußeren Körperoberfläche, vorzüglich den kleinen auf ihr befindlichen Härchen anhaftet und nun durch Wasser verdrängt wird.

Das Absorptionsvermögen der thierischen Flüssigkeiten erhält dadurch, daß durch dasselbe z. B. bei dem Blute wesentliche Functionen, wie das Athmen erfolgen, und daß bei anderen Fluidis, wie z. B. bei dem Harne, dem Eiter und der Jauche, Umsetzungen derselben, sobald sie mit der Luft in Berührung kommen, eintreten, eine sehr große Wichtigkeit. 1 Vol. Serum des Menschenblutes absorbirte in 18 Stunden 1,07 Vol. (Jones), während das des Ochsenblutes für je 1 Vol. sogar 2,06 Vol.

---

[1] A. a. O. S. 118. 119.

[2] J. S. T. Gehler's physikalisches Wörterbuch, neu bearbeitet von Brandes, Gmelin, Horner, Muncke und Pfaff. Bd. I. Leipzig. 1825. S. 108. Liebig, Poggendorff und Wöhler Handwörterbuch der Chemie. B. I. S. 24.

Kohlensäure aufnahm (Scherer)[1]. Da nun 1 Vol. Wasser bei 18° C. 1,06 Vol. Kohlensäure einsaugt (Saussure), so könnte man glauben, daß das Serum des Menschenblutes überhaupt das gleiche Absorptionsvermögen, wie das Wasser habe. Allein schon die Verhältnisse des Sauerstoffs sprechen entschieden gegen eine solche Hypothese. 1 Vol. luftleeren Wassers verschluckt bei 18° C. 0,065 Vol. (Saussure) oder selbst nur 0,037 bis 0,04 Vol. Oxygen (Dalton)[2]. Bei einer Temperatur von 6°,6 C. bis 11°,1 C. absorbirte 1 Vol. frischen, zur vollkommeneren Abscheidung des Faserstoffes mit Bleistücken versehenen Blutes 0,057 bis 0,14 Vol. Sauerstoff und gab hierfür 0,020 bis 0,025 Vol. Kohlensäure ab (Christison)[3]. Da nun die letztere denselben Volumenmengen Oxygen entspricht, so betrug der Ueberschuß des absorbirten Sauerstoffes, der wahrscheinlich zu einem großen Theile in der noch in dem Blute zurückgebliebenen Kohlensäure enthalten war, 0,037 bis 0,115 Vol. Hieraus erhellt zugleich, daß das Maximum des von dem Blute angenommenen Oxygens das Zwei- bis Dreifache von dem, was luftleeres Wasser verschluckt, betragen kann. Jene bedeutende Variation der Sauerstoffabsorption aber hängt zum Theil mit der Beschaffenheit des Blutes zusammen. Gesundes Blut, welches 11 bis 12 % Blutfarbestoff führt, zieht 0,14 Vol. Sauerstoff an, während krankes, welches von einem an Herzerweiterung und Wassersucht leidenden jungen Mädchen stammte und bloß 6 % Farbestoff darbot, nur 0,07 Vol. verschluckte (Christison)[4].

So schlagend auch diese Erfahrung erscheint, so müssen wir doch anderseits bekennen, daß, wenn nicht etwa in dem Menschenblute ganz eigenthümliche Verhältnisse auftreten, hierdurch doch noch nicht jene bedeutende Variation der Aufnahme von 0,057 bis 0,14 Vol. Oxygen für je 1 Vol. Blut erklärt wird. Denn aus dem venösen Blute des Pferdes ließen sich für 1 Vol. Blut 0,011 bis 0,015 Vol., aus dem des Kalbes 0,007 bis 0,012 Vol. Sauerstoff austreiben (Magnus). Es beträgt also hier die Schwankung in dem ersteren Falle nur 0,004, im letzteren 0,005 Vol., während die Abweichung der Sauerstoffabsorption des menschlichen Blutes 0,083 Vol. ausmacht. Hiernach wäre es nicht möglich, daß eine Blutart, die wenigen freien Sauerstoff noch enthält, jene bedeutende Quantität Oxygen anziehen könnte. Entweder müssen daher die Variationen des freien Sauerstoffgehaltes des Venenblutes des Menschen weit größer ausfallen, oder es müssen hierbei noch andere unbekannte Verhältnisse mitwirken oder das Oxygenvolumen 0,14 dürfte zu groß seyn.

Der Stickstoff der mit dem Blute in Berührung gebrachten Luft hatte sich in keinem Falle vermindert, sondern schien eher bisweilen um ein Minimum, um 0,001 bis 0,002 Vol., vermehrt zu sein (Christison). 1 Vol. Wasser aber verschluckt 0,042 Vol. (Saussure) oder 0,025 Vol.

---

[1] Liebig in dem Handwörterbuche der Chemie. Bd. I. S. 877.
[2] Poggendorff ebendaselbst. Bd. I. S. 28.
[3] Froriep's Notizen. Bd. XXX. Erfurt 1831. 4. Nr. 644. S. 85. 86.
[4] A. a. O. S. 88.

Stickgas (Dalton). Nun lassen sich aus 1 Vol. Venenblut des Pferdes 0,005 bis 0,023 Vol., aus 1 Vol. Arterienblut desselben Thieres 0,008 bis 0,011 Vol., aus 1 Vol. Venenblut des Kalbes 0,003 bis 0,008 Vol. und aus 1 Vol. Arterienblut desselben 0,013 bis 0,024 Vol. Stickstoff (Magnus), d. h. selbst in dem Maximum weniger, als nach Saussure das Wasser Stickgas absorbirt, austreiben. Verschluckt nun das Blut bei dem Schütteln mit der atmosphärischen Luft nichts desto weniger keinen Stickstoff, nimmt dagegen ein verhältnißmäßig großes Quantum Sauerstoff auf, so kann man hieraus schließen, daß es für das Oxygen ein großes, für das Nitrogen ein sehr geringes Absorptionsvermögen besitze. Dieser Satz aber findet auf die Verhältnisse des Athmens seine unmittelbare Anwendung. Durch die Einnahme von Sauerstoff wird das dunkelrothe Venenblut in hellrothes Arterienblut umgewandelt. Das Oxygen bildet eine Art von belebendem Princip für alle Körpertheile, während der Stickstoff diese Eigenschaft nicht nur nicht besitzt, sondern sogar allein eingeathmet direct oder indirect tödtet. Nun enthält, abgesehen von den Minimis anderer Beimischungen, 1 Vol. atmosphärischer Luft, die wir in unsere Lungen einziehen, 0,7919 Vol. Stickstoff und 0,2081 Vol. Sauerstoff. Besäße das Blut für beide Gase dasselbe Absorptionsvermögen, wie das Wasser, so müßte es, wenn man sich an die Zahlen von Saussure hält, aus 1 Vol. eingeathmeter atmosphärischer Luft auf 0,0135 Vol. Sauerstoff 0,0332 Vol., d. h. zwei- bis dreimal so viel Stickstoff aufnehmen. Durch jene Wahlanziehung für den Sauerstoff aber empfängt das Blut bei dem Einathmen nur den ihm so nothwendigen Sauerstoff und weist den nicht erforderlichen Stickstoff zurück.

Noch deutlicher erhellt die Wichtigkeit dieses Satzes, wenn man die Verhältnisse der Vergiftung durch Kohlensäure näher in das Auge faßt. In der gewöhnlichen atmosphärischen Luft ist diese schädliche Gasart in so geringen Mengen enthalten, daß deren Wirkungen bei dem Einathmen gleich Null gesetzt werden können. Denn 1 Vol. Atmosphäre enthält 0,0004 Vol. Kohlensäure. Da nun 1 Vol. Venenblut des Pferdes 0,043 bis 0,073 Vol., 1 Vol. desselben Blutes des Kalbes 0,043 bis 0,066 Vol., 1 Vol. Arterienblut des Pferdes 0,056 bis 0,083 und 1 Vol. Schlagaderblut des Kalbes 0,064 bis 0,076 Vol. Kohlensäure entläßt (Magnus), so würden die 0,000424 Vol. Kohlensäure, die, abgesehen von allen anderen modificirenden Verhältnissen, höchstens aus 1 Vol. atmosphärischer Luft absorbirt werden könnten, immer verschwindend klein bleiben. Ganz anders gestalten sich aber die Verhältnisse, sobald die eingeathmete Luft nur wenige Procente Kohlensäure führt. Diejenige z. B., welche bei dem heftigen Glühen brennender Holzkohlen entsteht, zeigt auf 1 Vol. 0,42 Vol. Stickstoff, 0,46 Vol. atmosphärischer Luft und 0,12 Vol. Kohlensäure (Orfila)[1] oder, was dasselbe ist, 0,785 Vol. Stickstoff, 0,095 Vol. Sauerstoff und 0,120 Kohlensäure. Nehmen wir nun für das Absorptionsvermögen des Serum für Kohlensäure 1,07 und für die des Sauerstoffes selbst das Maximum 0,14 an, so würde das Blut aus 1 Vol. dieser Luft, sobald sie eingeathmet wird, auf 0,120 Vol. Kohlensäure nur 0,015701 Vol. Oxygen, d. h. sehr wenig Sauerstoff und alle vorhandene Kohlensäure verschlucken. Die immer noch gefährliche Luft, welche durch schwach brennende Holzkohlen entsteht, führt in 1 Vol. 0,52 Vol. Stickstoff, 0,20

---

[1] R. Christison Abhandlung über die Gifte in Bezug auf die gerichtliche Arzneikunde, Physiologie und practische Medicin. Aus dem Englischen. Weimar. 1831. 8. S. 834.

Vol. atmosphärischer Luft, 0,14 Kohlensäure und 0,14 Kohlenwasserstoffgas (Orfila) oder 0,678 Stickstoff, 0,042 Sauerstoff, 0,140 Kohlensäure und 0,140 Kohlenwasserstoff. Da mir bis jetzt kein Werth über das Absorptionsvermögen des Blutes für das ebenfalls schädliche Kohlenwasserstoffgas bekannt ist, so wollen wir uns an die für das Wasser gefundenen Zahlen halten. 1 Vol. Wasser verschluckt aber 1,014 Vol. (Henry) oder 0,037 Vol. Kohlenwasserstoff (Dalton) [1]. Nehmen wir selbst den geringsten Dalton'schen Werth für den Kohlenwasserstoff und die größte von Christison gefundene Zahl für den Sauerstoff an, so würde 1 Vol. Blut aus 1 Vol. Luft, die von einem gewöhnlichen offenen Kohlenbecken entströmt, statt der 0,0297 Vol. Sauerstoff, die es der gewöhnlichen guten Atmosphäre entnehmen soll, nur 0,0059 Vol. Sauerstoff, und dafür mindestens 0,0451 Vol. Kohlensäure und 0,0015 Vol. Kohlenwasserstoff anziehen, d. h. das Blut ist nicht nur außer Stande, sich eines Theiles seiner Kohlensäure zu entledigen und dafür eine proportionelle Menge von Sauerstoff aufzunehmen, sondern kann nur ungefähr ⅕ seines gewöhnlichen Sauerstoffquantum absorbiren und muß dabei noch schädliche Gasarten, nämlich etwas Kohlenwasserstoff und verhältnißmäßig sehr viel Kohlensäure verschlucken. Aus dem großen Absorptionsvermögen für Kohlensäure erhellt zugleich, weshalb die Luft schon bei geringeren procentigen Beimischungen von Kohlensäure nachtheilig oder selbst tödtlich wirken kann, und wie daher Menschen, welche in einem engen Raume, z. B. in den Behältern eines Sklavenschiffes, die keinen Luftwechsel gestatten, eingeschlossen bleiben, zuletzt durch die bei ihrem Athmen stattfindende Aushauchung von Kohlensäure die Luft so sehr verpesten, daß die Fortdauer des Lebens unmöglich wird. Zugleich geben die obigen Zahlen den Schlüssel zur Einsicht in eine andere Thatsache, welche sonst dunkeler bleiben würde. Aus ihnen nämlich erhellt, daß wenn 1 Vol. Atmosphäre eine Beimischung von 0,2212 Vol. Kohlensäure enthält, diese ganze Menge dieser schädlichen Gasart neben 0,0291 Vol. Sauerstoff von dem Blute absorbirt werden kann und daß so durch das Athmen Eines Individuum in einer solchen Luftmischung die letztere auf Kosten des ersteren gewissermaaßen gereinigt zu werden vermag. Dieses erklärt zum Theil, wie Jemand z. B. in ein geschlossenes Zimmer, in dem sich ein von Kohlendampf eben Betäubter oder Erstickter befindet, hineintreten, oder nach Entfernung der glühenden Kohlen selbst darin verweilen kann, ohne die geringste Incommodität zu spüren. Vielleicht ist dieses, abgesehen von der verschiedenen Kräftigkeit der Individuen, der Grund, weshalb z. B. von den in engen Räumen der Schiffe eingesperrten Sklaven nur ein Theil, nicht aber alle zu gleicher Zeit ersticken.

Auch bei anderen giftigen Gasen muß das Absorptionsvermögen des Blutes eine bedeutende Rolle übernehmen. Denn abstrahiren wir von den nachtheiligen Einwirkungen einer schädlichen Luftart an und für sich, so wird ein Quantum Gas um so stärkere Effecte hervorbringen, in je bedeutenderen Graden es von dem Blute aufgenommen wird. In der That finden wir auch, daß die meisten Luftarten, wie Chlor, Chlorwasserstoffgas, Ammoniakgas u. dgl., die in sehr großen Mengen schon von dem Wasser verschluckt werden, selbst in geringen Quantitäten eingeathmet, heftig wirken und stark reizen. Ein einmaliges tiefes Einathmen von Chlorgas kann eine Lungenentzündung erzeugen. Salzsäuredampf oder Ammoniakgas regen leicht zum Husten an. Sehr bedeutend bleiben noch die Erfolge, wenn zwar das Absorptionsvermögen des Wassers für ein Gas um vieles geringer, als für die genannten, jedoch noch im Verhältniß zu anderen Luftarten sehr groß ist. 1 Vol. Wasser z. B. verschluckt 43,78 Vol. schwefelsaures Gas und 2,53 Vol. Schwefelwasserstoffgas. Die heftige Reizung, welche das Einathmen geringer Mengen schwefellichtsauren Gases oder Schwefelwasserstoffgases zur Folge hat, ist bekannt. Von Stickoxydulgas nimmt 1 Vol. Wasser nur 0,76 Vol., von Wasserstoffgas 0,046 Vol. auf (Saussure). Das erstere wirkt auch bedeutend stärker, als das letztere, in welchem zwar nicht der Mensch und die höheren Thiere, doch aber einzelne Reptilien, z. B. Frösche, längere Zeit leben können. Eine scheinbare Ausnahme von diesen Verhältnissen macht vielleicht das Kohlenoxydgas, da 1 Vol. Wasser nur 0,062 Vol. von ihm aufnimmt. Allein einerseits wissen wir nicht, in welcher Menge diese Gasart von dem Blute absorbirt sind, und anderseits ist es unbekannt, ob sie nicht durch den Sauerstoff des Blutes in Kohlensäure umgesetzt und so nur desto schädlicher werde.

---

[1]) Gehler's physikalisches Wörterbuch. Bd. I. Leipzig. 1825. 8. S. 47.

59 Die Wechselwirkung der Flüssigkeiten unseres Körpers, z. B. des Blutes mit der uns umgebenden Atmosphäre findet durch organische Membranen hindurch bis auf einen gewissen Grad ungehindert Statt und gehorcht wahrscheinlich hierbei mehr oder minder vollkommen den Gesetzen der Diffusion der Gase, sobald die Fluida ebenfalls Luft enthalten oder diese entbinden können. Da z. B. ein Vol. Atmosphäre nur 0,0004 Vol. Kohlensäure, also ein hier kaum zu beachtendes Minimum dieser Gasart führt, so muß das Blut in den Lungen, sobald es mit der eingeathmeten Luft in Berührung kommt, den Normen der Diffusion der Gase gemäß, der Atmosphäre Kohlensäure mittheilen und bei seiner Anziehung zum Oxygen Sauerstoff dafür aufnehmen. Aus 1 Vol. guter atmosphärischer Luft entnähme das Blut à 0,14 Absorptionsvermögen und à 0,20815 Sauerstoffgehalt 0,02914 Vol. Oxygen. Sehen wir nun von den bald zu erwähnenden, vielleicht modificirenden Momenten ab, so würde es dann, indem es 0,02914 Vol. Sauerstoff empfängt, nach dem Gesetze der Diffusion der Gase 0,024786 Vol. Kohlensäure entlassen müssen. Denn $0{,}024786 = \frac{0{,}02914 \times \sqrt{(1{,}1026)}}{\sqrt{(1{,}5240)}}$. Nun entsprechen 0,024786 Vol. Kohlensäure ebensoviel Vol. Sauerstoff. Es müßten daher 0,004354 Vol. Sauerstoff mehr, als in der Kohlensäure enthalten ist, verschluckt werden. Zugleich würde, abgesehen von der durch die Erwärmung bedingten Ausdehnung und dem ihr beigemischten Wasserdampfe, 1 Vol. eingeathmeter Luft bei der Ausathmung 0,95646 Vol. ausmachen. Allein eine Reihe von modificirenden Verhältnissen, die wir sogar größtentheils nach dem gegenwärtigen Stande der Wissenschaft nicht genau bestimmen können, kann uns abhalten, die Verhältnisse nach den einfachen Normen der Diffusion der Gase zu betrachten. Denn 1) befinden sich z. B. die Gasarten des Blutes nicht frei, sondern in einer Flüssigkeit, oder sind vielleicht selbst an die Blutkörperchen chemisch gebunden. 2) Setzt das Gesetz der Diffusion der Gase eine Gleichheit des Druckes auf beiden Seiten voraus, was aber bei dem von dem Herzen ausgehenden Drucke, gegen welchen die eingeathmete Luft keinen Gegendruck hat, nicht der Fall ist. 3) Modificirt vielleicht, obgleich die Temperatur nach dem Dalton'schen Gesetze nur auf das Gewicht, nicht auf das Volumen der absorbirbaren Gase von Einfluß ist, die höhere Eigenwärme des Menschen und der warmblütigen Geschöpfe das Absorptionsvermögen des Blutes und die Entbindung der Kohlensäure aus demselben. Das aus den Lungen abdampfende Wasser aber kann das Volumen der ausgeathmeten Luft nicht vergrößern. Von allen diesen Nebenverhältnissen wird bei dem Athmungsprocesse specieller gehandelt werden.

Da alle thierischen Membranen porös sind, so muß auch durch sie hindurch eine Diffusion der Gase überall Statt finden. Allein mehrere Punkte bedürfen hier noch speciellerer Untersuchungen. Hierher gehören z. B. die Darmgase, deren Wasserstoff, wie wir sehen werden, hartnäckig zurückzubleiben scheint.

Atmosphärische Verhältnisse.

Da wir in der elastisch-flüssigen Atmosphäre, wie die Wasserthiere in 60
dem tropfbar flüssigen Wasser, leben, so müssen wir auch den Druck, welcher durch das Gewicht und die Höhe der Luft erzeugt wird, zu tragen im Stande sein. Dieser gleicht aber im Mittel bei 0° Temperatur, 45° geographischer Breite und 337‴,8 Barometerhöhe am Meeresspiegel auf 1 Par. Quadratzoll 16,2325 preußischen Pfunden[1]. Da nun bei der flüssigen Beschaffenheit der Atmosphäre die Pression nach allen Seiten hin die gleiche ist, so trägt ein Mensch, dessen Körperoberfläche im Mittel 14,5 Quadratfuß oder 2088 Quadratzoll ausmacht, bei 0° Wärme, 45° Breite und am Meeresspiegel 33893,46 Pfund oder (à 110 Pfund den Centner) 308 Centner 13 Pfund und 13,444 Loth. Dieser bedeutende Druck, welcher auf den ersten Blick etwas sehr Befremdendes zu haben scheint, wird aber weniger wunderbar, sobald wir bedenken, daß alle auf der Oberfläche der Erde befindlichen Körper ähnliche Druckgrade aushalten und daß deren Atome Widerstandskraft genug gegen dieselben besitzen. Da sich nun die Größe dieses Druckes nach der Höhe des Ortes über dem Meeresspiegel, der geographischen Breite und zum Theil der geographischen Länge, nach der Temperatur und den Einflüssen der Tages- und Jahreszeiten ändert, der Mensch jedoch nichts desto weniger in tiefen Schachten und unter dem Meere, z. B. in Taucherglocken, so wie auf sehr hohen Bergen, unter dem Aequator, wie in der Nähe der Pole, in warmen wie in kalten Klimaten und zu allen Jahres- und Tageszeiten fortlebt, so folgt hieraus, daß unser Organismus von diesen verschiedenen Größen des atmosphärischen Druckes möglichst emancipirt sein muß. Indem sich aber die Gewichtsdifferenz, welche sich für 1 Quadratzoll Oberfläche ergiebt, um das 2088fache vervielfältigt, so erhält man dann natürlich sehr bedeutende Unterschiedszahlen. Bei 28 Zoll oder 336 pariser Linien Barometerstand, 0° Temperatur und 45° geogr. Breite z. B. gleicht der Druck der Luft auf 1 pariser Quadratzoll 16,1461 preußischen Pfunden. Mithin trüge dann unser Körper eine atmosphärische Last von 33713,0568 Pfund oder von 306 Centnern 53 Pfund 1,7 Loth. Daher also, wenn wir dieses mit der ersteren Berechnung vergleichen, bei einer geringeren Größe von 1‴,8 des Barometerstandes jenes Druckgewicht der Luft auf unsere Körperoberfläche um je 1 Centner 70 Pfund und 11,744 Loth weniger beträgt. Um einen ungefähren Begriff von diesen Unterschiedsgrößen zu erhalten, können wir folgende Berechnung anstellen. Nehmen wir für einen tiefen unter dem Meeresspiegel gelegenen Schacht bei 0° Temperatur und 45° geogr. Breite einen Barometerstand von 29 Zoll an, so würde dann 1 Quadratzoll Oberfläche einen Luftdruck von 16,7221 Pfund zu tragen haben. Die auf unseren Körper

1) **Poggendorff** in dem Handwörterbuche der Chemie. Bd. I. S. 541.

drückende atmosphärische Last gliche daher 34915,7448 preuß. Pfunden oder 318 Centner 35 Pfund 23,648 Loth. Bei dem Barometerstande des Montblanc (= 4810 Meter oder 14708 Fuß) von 16,058 Zoll beträgt bei 0° und bei einer Annahme von 45° Breite der Druck auf einen Quadratzoll 9,2598 Pfund und daher auf die Körperoberfläche 19334,4624 Pfund oder 175 Centner 84 Pfund und 14,656 Loth. Die Differenz des atmosphärischen Druckes, welchen ein Mensch in einem tiefen unter dem Meeresspiegel gelegenen Schachte und auf der Spitze des Montblanc für 0° Wärme und 45° Breite erleidet, ist daher 15581,2824 Pfund oder 141 Centner 71 Pfund und 8,9 Loth, d. h. bedeutend mehr, als $1/3$ der ganzen Last, die in einem tiefen Schacht auf unserem Organismus überhaupt ruhen würde. Natürlicherweise müssen unsere Körperorgane unter stärkerem Drucke mehr zusammengepreßt, unter schwächerem expandirt werden. Allein in welch geringem Grade dieses auf den Umfang unseres Körpers einfließt, läßt sich leicht zeigen. 1 Vol. Wasser verringert sich, wenn es sich unter einem Drucke von 2 Atmosphären befindet, um $1/_{21740}$ seiner Größe. Nimmt man daher selbst für das mittelbare Volumen eines Menschen 4500 Cubikzoll an (Robertson und Dalton)[1], so würde dieser, wenn er selbst die gleiche Zusammendrückbarkeit wie das Wasser hätte, bei einem um 1 Atmosphäre verstärkten Drucke erst 0,2 Cubikzoll oder $1/_{22522}$ des gesammten Körperumfanges verlieren. Man sieht hieraus, daß das Volumen eines Menschen, der sich auf dem Montblanc befände, sobald derselbe in eine tiefe unter dem Meeresspiegel liegende Höhle hinabstiege, nur ungefähr um $7/_{100000}$ verlieren würde. Es bedarf aber keiner Erwähnung, daß weder der Montblanc, noch der oben angenommene Schacht die größten Höhen und Tiefen, zu welchen der Mensch gelangen kann, sind. Denn einerseits kamen Gerard z. B. im Himalaya bis auf 19411, Humboldt, Boussingault, Hall auf den Chimborasso auf 20092 und Gay-Lussac bei seiner Luftschifffahrt zu einer Höhe von (mehr als?) 21430 Fuß, während anderseits Taucher tiefer in das den Druck noch verstärkende Meer hinabgehen.

61 Der aus der Höhe des Ortes sich ergebende Unterschied des Druckes der Atmosphäre kann, so lange er alle Theile des Körpers in gleichem Maaße trifft, die Verhältnisse der einzelnen Thätigkeiten nicht direct aufheben oder auf eine wesentliche Weise verändern, sondern vermag nur höchstens einzelne physikalische oder chemische Processe des Organismus zu vergrößern oder zu verringern und auf diesem Wege bedeutendere Folgen hervorzurufen. Hieraus erklärt sich, weshalb z. B. der Kreislauf in dem Fuße des Frosches, wenn dieser sich im Ganzen in einem luftverdünnten oder in einem (bis zu 6—7 Atmosphären) luftverdichteten Raume befindet, ungestört vor sich geht (Poiseuille). Denn so lange der Wechsel des Luftdruckes nicht so tief eingreift, daß der Herzschlag geschwächt wird oder still steht, kann sich nur das erwähnte Resultat ergeben. Bei Versuchen

---

[1]) Froriep's Notizen für Natur- und Heilkunde. Bd. XXXIV. Erfurt. 1832. 8. Nr. 748. S. 339.

mit Apparaten, durch welche man Menschen oder größere Theile derselben den Einflüssen einer vermehrten oder verminderten Pression auszusetzen vermag, will man gefunden haben, daß bei 1½ Atmosphären Druck das Trommelfell nach innen zurückgedrängt, das Einathmen tiefer und minder frequent und der ganze Respirationsprozeß überhaupt leichter wurde. Nach einer Viertelstunde sei ein angenehmes Wärmegefühl im Thorax entstanden. Der Puls war häufig und voll und konnte nur schwer zusammengedrückt werden. Die oberflächlichen Körpervenen verloren an Umfang und schwanden oft gänzlich. Die Absonderungen schienen vermehrt. Die Muskelbewegungen gingen leichter von Statten. Die Geistesthätigkeiten wurden lebhafter. Das Körpergewicht soll, wie es schien, abnehmen. Wurde umgekehrt der atmosphärische Druck auf ¾ reducirt, so soll sich eine Spannung des Trommelfelles eingestellt haben. Das Einathmen war kurz und wiederholte sich häufig. Die Respiration wurde im Ganzen gestört und nach einer Viertelstunde trat Dyspnö ein. Der Puls wurde voll, häufig, comprimirbar. Die oberflächlichen Hautvenen schwollen an. Die Functionen der Haut, in welcher sich oft ein Gefühl einer lästigen Wärme einstellte, wurden gesteigert. Es soll weniger Speichel und weniger Harn abgesondert worden und zuletzt vollkommene Apathie eingetreten sein (Junod)[1]. Wenn nicht bei diesen Angaben das Bemühen, zu viel zu beobachten, getäuscht hat, so läßt sich nur annehmen, daß der plötzliche Uebergang in einen Druck von 1½ oder von nur ¾ Atmosphären so bedeutende Symptome erzeugt hat. Denn sonst treten sie bei dem Aufenthalte in entsprechenden Höhen noch nicht ein. Es ist bekannt, daß Menschen unter einem Luftdrucke, der dem auf der Spitze des Montblanc oder der Jungfrau gleich ist, ohne die geringste Beschwerde leben können. In Peru, in Tibet wohnen noch Leute in einer Höhe von beinahe 15000, im Hamalaya sogar in einer solchen von 16000 Fuß. Das noch einige Monate im Jahre frequentirte Posthaus von Ancomarca liegt 14750, Potosi 12824 und die Meierei von Antisana 12624 Fuß hoch. Der Aufenthalt auf dem Aargletscher und anderen Gletschern der Schweiz und Savoyens kann Monate lang fortgesetzt werden, ohne daß die geringste Unbequemlichkeit verspürt wird. Dieselben negativen Erfahrungen machten mehrere Forscher bei Besteigung größerer Höhen dieser Gegenden, wie z. B. bei der des Montblanc (Martin Barry), bei der der Jungfrau (Agassiz, Desor), bei der des Schreckhorns (Desor, Escher von der Linth) u. dgl. mehr. Keiner der Gemsjäger der Alpen, die befragt wurden und häufig Höhen, welche den erwähnten nahe kommen, erklimmen, wollte von irgend auffallenden Beschwerden etwas wissen. Nur Ein leicht erklärbares Phänomen, welches das Gehör betrifft, ist schon auf den Gletschern, ja noch tiefer in auffallender Weise bemerkbar. Wegen der Dünne der Luft pflanzen sich die Töne weit schwächer fort. In dem auf dem Aaargletscher von Agassiz errichteten Hotel des Neuchâtelois und

---

[1]) Froriep's Notizen. Erfurt. 1835. 8. Nr. 985 S. 265. **Repertorium für Anatomie und Physiologie. Bd. I. Berlin. 1838. S. 251.**

noch tiefer hört man es nicht mehr, wenn man von einer nur wenige Schritte entfernten Person gerufen wird. Alle Individuen machen auf einander einen solchen Eindruck, als seien sie plötzlich schwerhörig geworden. Ein auf der Höhe des Montblanc abgefeuerter Pistolenschuß klang auffallend schwächer, nur wie ein geringes Krachen (Saussure der Aeltere), oder als wäre die Waffe nicht ordentlich geladen worden (M. Barry)[1]. Wegen des niederen Kochpunktes (auf der Spitze des Montblanc nach Saussure 86°,241 C.) geht die Zubereitung warmer Speisen, die auf dem ewigen Eise gekocht werden, etwas rascher von Statten. Während aber so Personen, die an größere Höhen und an heftigeres Steigen mehr oder minder gewöhnt sind, oder überhaupt eine robustere Constitution haben, die bedeutende Verringerung des Luftdruckes gar nicht spüren, bemerkten andere Reisende schon bei dem Aufenthalte auf minder hohen Bergen und vorzüglich bei dem Erklimmen der höchsten Punkte der Erde einzelne zum Theil erklärliche Beschwerden. So wurde z. B. schon bei dem Besuche des Rigi (= 5555 Fuß) durch die Ausgleichung der Luft im Innern des Ohres und in der äußeren Umgebung eine Art von Summen oder subjectiver Tonbildung überhaupt beobachtet (Carus). Diese Erfahrung muß jedoch durch eine besondere Empfindlichkeit des Gehörorganes bedingt werden, da Andere sowohl als ich, Männer wie Frauen, Personen mit musikalischem Gehör und ohne dasselbe, bei der Besteigung von Höhen von selbst 8000 bis 9000 Fuß nichts der Art wahrnehmen konnten. Auf Bergspitzen, welche beinahe der Höhe des Montblanc gleichkamen oder dieselbe noch übertrafen, stellten sich bei einzelnen Individuen Athmungsbeschwerden, Müdigkeit, Erschöpfung und selbst Ohnmacht ein. Der Mensch sinkt so ermattet hin, daß er unmöglich weiter gehen kann, oder er muß nach kleineren Marschrouten ausruhen, wird, wie in der Kälte überhaupt, leicht schläferig, bekommt bald Uebelkeiten, Herzklopfen und selbst Blutungen aus den Lippen, dem Zahnfleische, der Bindehaut des Auges (Humboldt und Bonpland u. A.). Das ausfließende Blut erscheint dunkeler als gewöhnlich (Clarke)[2]. Alle diese Zeichen aber sind stets sehr variabel und fehlen manchen Personen, welche eine solche Höhe erklimmen, gänzlich oder treten nur vereinzelt auf, während sie bei anderen, die sich zu gleicher Zeit in dem luftverdünnten Raume befinden, vollständiger und intensiver zum Vorschein kommen. Da die meisten Bergwerke selbst in ihren tieferen Theilen noch über oder nur wenig unter dem Meeresspiegel liegen, so können sich natürlich in ihnen die Folgen eines vermehrten Druckes der Luft gar nicht oder nur sehr unvollständig entwickeln. Der tiefste bis jetzt gegrabene Schacht, der aber erst den Meeresspiegel erreicht, besitzt eine senkrechte Länge von 3000 Fuß. Unter den Meeresspiegel selbst ist man durch Bergmannsarbeit erst bis auf 1280 Fuß gekommen[3].

---

[1]) M. Barry Ascent to the Summit of Mont Blanc in 1834. London. 1836. 8. p. 55.
[2]) Barry a. a. O. p. 102.
[3]) F. S. Voigt Almanach der Natur. Jena. 1832. 12. S. 62.

Im Ganzen lassen sich eine Reihe von Folgen des vermehrten oder verminderten Luftdruckes schon theoretisch erschließen. 1) 1 Vol. atmosphärischer Luft, welches bei 0° Temperatur und 28 Zoll Barometerstand 23,01 Grm. Sauerstoff enthält, würde bei 16 Zoll Barometerhöhe und bei 0° Wärme, abgesehen von anderen modificirenden Einwirkungen, nur 13,148 Grm. Sauerstoff führen. Entnimmt daher ein Mensch bei dem Athmen bei 28 Zoll Barometerhöhe und bei 0° Temperatur aus 1 Vol. atmosphärischer Luft 1,1505 Grm. Sauerstoff, so würde er auf der Höhe des Montblanc bei 0° Wärme aus demselben Volumen der dort befindlichen Luft nur 0,6574 Grm. Oxygen absorbiren können. Scheidet er im Thale für die erhaltenen 1,1505 Grm. Sauerstoff 1,3531 Grm. Kohlensäure aus, so würde er, da $\frac{\sqrt{(1,1026)}}{\sqrt{(1,5240)}} = 0,85058$ ist, auf dem Montblanc 0,77319 Grm. Kohlensäure dafür entlassen. Hieraus würde dann folgen, daß sein Athmungsproceß, so weit er nur die Größe des Gasaustausches betrifft, auf jener Berghöhe im Verhältniß zum Meeresspiegel ungefähr um die Hälfte herabgesetzt sein würde. Ob diese Verringerungsgröße durch einen geringeren Sauerstoffgehalt der über dem ewigen Eise befindlichen Luft noch bedeutender werde, ist jedenfalls noch sehr problematisch. Vom Wasser absorbirte atmosphärische Luft nämlich ist sauerstoffreicher, als die freie Atmosphäre. Während diese 20,81 Volumenprocente Oxygen hat, enthält z. B. die von dem destillirten Wasser verschluckte Luft 32,8 %, die des Regenwassers 31,0 % und die des Schneewassers 28,7 % Sauerstoff (Humboldt und Gay-Lussac). Das Gleiche ist mit der in den Interstitien des Schnees und des Eises enthaltenen Luft der Fall (Boussingault.) Da nun bei 0° Temperatur 100 Grm. blauen Gletschereises 0,25—0,45, dasselbe Gewicht weißen Gletschereises 1,50 und dieselbe Masse von Schnee, der in Firn übergeht, 6,40 Luft enthalten (Nicolet), so wurde in älterer und neuerer Zeit (von B. Saussure und Boussingault) vermuthet, daß die auf dem ewigen Schnee ruhende Luft sauerstoffärmer, als die übrige Atmosphäre sei. Allein einerseits frägt es sich, ob nicht der so entstehende größere Stickstoffreichthum gegen die Masse der Atmosphäre, die sich auf jenen Höhen befindet, verschwindend klein sei, und anderseits unterliegt es kaum einem Zweifel, daß die auf so hohen Bergen nur noch intensiveren Luftströmungen die Atmosphäre schnell reinigen müssen. Daher erklärt sich dann auch, wie die Luft in der Nähe des ewigen Schnees, z. B. auf dem Faulhorn (= 8020 Fuß) dieselbe Sauerstoffmenge, wie in Bern (Brunner) oder in Paris (Boussingault und Dumas) führt. Jene aus größerer Expansion der Luft folgende Verminderung des Athmungsprocesses wird aber durch mehrere Umstände wieder ausgeglichen. a. Je kälter es in jenen Höhen ist, um so verdichteter muß wieder die Luft werden und um so weniger von der in den Thälern abweichen. b. Was an Gewicht abgeht, kann durch bedeutendere Kürze der Zeit gänzlich oder zum Theil wieder gewonnen werden. Daher in jenen Höhen die Athemzüge schneller auf einander folgen, während sie in Tiefen unter dem Meeresspiegel langsamer werden. c. Ein schwächerer Luftdruck begünstigt eher die Ausdehnung des Brustkastens und der Lungen und dadurch eine Vermehrung der Capacität der letzteren, während bei einem stärkeren das Umgekehrte eintritt. Hierdurch kann ein Mensch auf einem hohen Berge mehr von der leichteren Luft einziehen. Da aber die unter b. u. c. genannten Correctionsmittel nach der Individualität des Menschen sehr verschieden ausfallen müssen so erklärt sich schon hieraus, wie bei Einer Expedition in eine bedeutende Höhe der eine Mensch Athembeschwerden erhält, der Andere dagegen von diesen verschont bleibt. Zu gleicher Zeit wird es ersichtlich, wie sich Körper und Lungen in längerer Zeit geringeren oder höheren Druckgraden accommodiren können, und wie sehr überhaupt die Gewohnheit hier einzuwirken vermag. 2) Die Lungen- und die Hautausdünstung muß natürlich bei geringerem Luftdrucke eher verstärkt, bei stärkerem eher vermindert werden. Auf größeren Höhen trägt die bedeutendere directe und strahlende Wärme der Sonne, die z. B., wenn die am Meeresspiegel = 1 ist, auf der Spitze des Montblanc 1,4 beträgt (Forbes), zur Vermehrung jenes Effectes noch bei. Daher werden dann nach den Gesetzen des Gleichgewichtes des Organismus innere Absonderungen, wie die des Harnes z. B., schwächer. In größeren Tiefen, wo der Verdunstungsproceß gehinderter ist, wird umgekehrt mehr Speichel und eine größere Menge von Urin gebildet. 3) Durch den Mangel an hinreichender Oxygenation wird das Blut dunkeler und verliert auch vielleicht an Gerinnbarkeit. Die natürlichen Folgen dieses Zustandes sind Schwäche, Abgeschlagenheit, Schläfrigkeit, Uebelkeiten, Schwindel oder selbst Ohnmachten. Vielleicht liegt hierin auch zum Theil die Ursache des leichteren Austrittes von Blut aus denjenigen Theilen, welche eine ge-

ringere Decke haben und weniger Widerstand darbieten, wie aus dem Munde, der Nase, den Augen. Dieses letztere Phänomen kann auch dadurch unterstützt werden, daß die Herzkraft weniger geschwächt wird, als der äußere Luftdruck abnimmt und daß daher das Blut, wo die Hüllen nicht den gehörigen Widerstand darbieten, leichter hervortritt. Endlich wird 4) von dem Einflusse der verdünnten Luft auf die Verhältnisse der Gelenke in §. 64 specieller gehandelt werden.

62 Die Natur benutzt aber auch den äußeren Luftdruck, um manche Functionen des Körpers zu Stande zu bringen. Zwei Halbkugeln, die auf einander passen und in ihrer Höhlung atmosphärische Luft enthalten, fallen von selbst auseinander, weil die innere Atmosphäre gegen die äußere gegendrückt und die beiden Halbkugeln sich auf diese Art, wenn keine sonstige Adhäsion zwischen ihnen Statt findet, ihrer Schwere folgend, von einander entfernen. Ist dagegen die in den beiden an einander gelegten Halbkugeln befindliche Luft ausgepumpt worden, so werden sie, da der Druck der umgebenden Atmosphäre keinen entsprechenden Gegendruck mehr findet und daher mit seiner vollen Kraft wirken kann, so sehr zusammengehalten, daß sie mehrere vorgespannte Pferde nicht aus einander bringen können. Auf demselben Principe beruht z. B. der Gebrauch eines Schröpfkopfes. Setzen wir ihn unmittelbar auf die Haut auf, so haftet er nicht, weil die in ihm enthaltene Luft, welche die gleiche Temperatur und die gleiche Dichtigkeit, wie die umgebende Atmosphäre hat, gegen diese einen Gegendruck ausübt. Erwärmen wir ihn dagegen, dehnen so die in ihm enthaltene Luft aus und verdünnen sie auf diese Weise, so haftet das Instrument und saugt an der Haut, weil der innere Gegendruck schwächer, als der äußere Luftdruck ist. Auf einem ähnlichen Mechanismus beruht das Ansaugen der Blutegel. Das Thier legt seine Scheibe flach an, so daß zwischen ihr und der Haut nur sehr wenig Luft enthalten ist. Schließen nun die Ränder der Scheibe vollständig und wird diese convex erhoben, so wird natürlich die Luft in dem so entstandenen Raume verdünnt, verliert an Gegendruck und bewirkt ein festeres, durch das Gewicht der umgebenden Atmosphäre bestimmtes Anhaften. Aehnliche Verhältnisse finden in unserem Organismus ebenfalls ihre Anwendung. 1) Können wir uns auf ganz gleiche Art, nur nicht in so bedeutendem Grade, wie der Blutegel, vermittelst unserer Lippen an eine freie Fläche, z. B. den Rücken unserer Hand ansaugen, indem wir den Raum unserer Mundhöhle erweitern und die Luft nach hinten ziehen. Da aber, wenn der erweiterte Raum nicht allseitig geschlossen ist, keine Saugkraft zu Stande kommt, so müssen wir zugleich die Choanenöffnung durch den weichen Gaumen und das Zäpfchen möglichst abschließen. So erzeugt sich an einer Spritze durch das Zurückziehen des luftdicht schließenden Stempels zwischen diesem und der Mündung der Canüle ein leerer Raum, der, je nachdem man diese in Luft oder eine Flüssigkeit taucht, Luft oder Fluidum einnimmt. Ganz das Gleiche ist bei dem Munde der Fall. Wir saugen durch ihn Luft, Tabakrauch u. dgl. oder irgend eine Flüssigkeit ein. Da die Oeffnungen der Milchgänge an der Oberfläche der Brustwarze liegen und die Basis von dieser von den Lippen des Säuglinges umfaßt wird, so fallen jene Mündungen schon in das Innere des sich erweiternden, vollkommen geschlossenen Mund-

raumes, und die Milch wird sicher und kräftig in diesen hineingesogen. Aus demselben Grunde versieht man bei Säuglingen, die künstlich ernährt werden, die Mündung der Flasche, welche die Milch enthält, mit einem Mundstücke, das den Cigarrenmundstücken Erwachsener ähnlich ist. Deshalb giebt man sogenannten Kinderstöpseln eine möglichst große kugelrunde Form, damit sie den Raum des Mundhöhleneinganges vollkommen ausfüllen und das luftdichte Anlegen der Lippen möglichst begünstigen. Hat dagegen ein Kind eine einfache oder doppelte Hasenscharte, einen einfachen oder doppelten Wolfsrachen, so wird das Ansaugen erschwert oder unmöglich gemacht, weil die Bildung eines abgeschlossenen sich erweiternden Raumes nicht zu Stande kommen kann. Aus demselben Grunde können Personen mit Löchern im harten oder Continuitätsunterbrechungen im weichen Gaumen nur unvollkommen saugen. Da aber bei diesem Proceß ein Abschluß der Choanenöffnungen und des Pharynx durch den weichen Gaumen erforderlich ist, so kann man nur durch gleichzeitige Schluckbewegungen den Tabakrauch zu den Nasenöffnungen herausstoßen, weil jener dann sogleich nach dem Einsaugen, ehe er größtentheils zur Mundhöhle hinausstürzt, in die Nase befördert werden muß. 2) Eine andere Art von Einsaugen, das übrigens auf dem gleichen Principe beruht, haben wir z. B. bei dem Einathmen. Pressen wir eine Gummiflasche z. B. zusammen und lassen sie sich dann vermöge ihrer Elasticität wieder ausdehnen, so wird die äußere Luft in sie durch deren offene Mündung hineinstürzen. Da nun die Höhlungen der Luftröhrenverzweigungen durch die Stimmritze und die Mund- und die Nasenhöhle mit der äußeren Atmosphäre in Verbindung stehen, so müssen sich die Lungen, in gleichem Maaße als sich der Brustkasten ausdehnt, mit Luft füllen. Auch hier wird natürlich der Proceß durch eine secundäre Oeffnung in dem sich erweiternden Raume gestört. Weil jede Lunge für sich abgeschlossen ist, wird das Einathmen nur Einer Lunge durch eine hinreichend große Oeffnung an einer Seite des Thorax unmöglich gemacht. Da aber die Communicationsöffnungen mit der Atmosphäre zwiefach, nämlich einerseits die Mundöffnung, anderseits die Nasenöffnungen sind, so können wir mit je einer oder mit je beiden Mündungen zugleich einathmen. In dem letzteren Falle wird natürlich in einer bestimmten Zeit ein größeres Quantum von Luft eingezogen werden können. 3) Das Ausblasen von Luft aus dem Munde, das Ausathmen und dergleichen beruht auf dem entgegengesetzten Mechanismus. Lassen wir die Erwärmung, welche die Luft in unserem Körper erhält, außer Acht, so wird sie, so lange sie einen inneren hohlen Raum ausfüllt, einen Gegendruck gegen die Atmosphäre ausüben, mit dieser im Gleichgewichte bleiben und daher ruhen. Wird dagegen auf sie ein Druck ausgeübt, so wird sie mit einer dieser Druckkraft entsprechenden Stärke und Geschwindigkeit hervorströmen. Hierauf beruht das durch den Druck des zurücksinkenden Thorax und des hinauftretenden Zwerchfelles bedingte Ausathmen, das durch die Verengerung des Mundhöhlenraumes verursachte Ausblasen von Luft aus dem Munde, die z. B. vorher durch eine intensive Ausathmung heraufgetrieben worden, u. dgl. mehr. Bei unvollständigem Drucke wird auch

natürlich die Entleerung unvollkommener. Dieses sehen wir schon bei dem gesunden Athmen. Noch deutlicher wird es bei demjenigen krankhaften Zustande, den man mit dem Namen des Emphysemes bezeichnet. Findet sich z. B. in Folge einer Rippenverletzung oder einer anderen Continuitätsstörung eine Oeffnung, die aus der Lunge und der Brustkastenhöhle nach außen in das subcutane Zell- und Muskelgewebe führt, ohne daß die sie bedeckende Haut verletzt ist oder eine hinreichend große Gegenöffnung darbietet, so bleibt natürlich noch immer ein gewissermaßen nach außen abgeschlossener Raum, der freilich über den Thorax hinausgeht. Es wird daher bei dem Einathmen die eingezogene Luft zunächst in die Lungen, von da aber zum Theil durch die Oeffnung derselben und des Brustkastens in das Unterhautzellgewebe des letzteren gelangen und sich hier verbreiten. Bei dem Ausathmen wird zwar, wie gewöhnlich, ein sehr großer Theil der Luft durch die Lungen herausgetrieben, allein bei der allseitigen Richtung, in welcher Flüssigkeiten in Folge des Druckes ausweichen, dringt eine Quantität derselben durch die Brustkastenöffnung, so wie diese es gestattet, wieder in das Unterhautzellgewebe. Dieses füllt sich dann allmählig am Thorax, dem Unterleibe, dem Oberarme u. dgl. mit Luft, die, sobald die darüber liegende Haut mit den Fingern eingedrückt wird, ein knisterndes Geräusch ertönen läßt. Endlich 5) beruhen viele innere Mechanismen, wie z. B. der Eintritt des Blutes in die Vorhöfe auf einem ähnlichen Einstürzen von Fluidis, die dann nur nicht elastisch, sondern tropfbar flüssig sind.

63 Bei einer anderen Reihe von Thätigkeiten dient der äußere Luftdruck zur Ersparung von Raum und zur Erleichterung der Beweglichkeit. Hätte die Natur z. B. die Bauchhöhle so sehr mit Luft gefüllt, daß diese den gehörigen Gegendruck gegen die äußere Atmosphäre ausüben könnte, so würde der Höhlenraum des Unterleibes nicht nur ohne Nutzen vergrößert, sondern es würde auch die Bewegung der Gedärme zum Theil beschwerlicher gewesen sein. Bei der geringsten Veranlassung hätten sich die einzelnen Schlingen des Nahrungscanales nur zu leicht verwickelt. Mit einem Worte: durch eine solche Einrichtung hätte die Natur an Raum und Sicherheit verloren und nichts gewonnen. Ja eine vollkommen consequente Durchführung war bei dem Menschen und den warmblütigen Geschöpfen unmöglich, weil die Luft in der Bauchhöhle höher erwärmt worden wäre und sich daher schon bei der Weichheit und Nachgiebigkeit der Bauchwandungen zur Ausübung eines hinreichenden Gegendruckes minder geeignet hätte. Deshalb wurde nach einem einfacheren und besseren Principe verfahren. Die Natur verschloß den Bauchraum durch das Bauchfell und die nach außen von ihm liegenden Weichgebilde hermetisch und sonderte durch die an dem Peritoneum befindlichen Blutgefäße eine seröse Flüssigkeit ab, welche die Eingeweide einschmiert, so glatter macht, ihr leichteres gegenseitiges Dahingleiten befördert und bei ihrer großen Verschiebbarkeit sogleich jeden Zwischenraum, der zwischen den Organen der Bauchhöhle momentan entsteht, auf der Stelle ausfüllen kann. Indem nun der Druck der äußeren Luft auf diesen luftleeren, hermetisch geschlossenen und mit meist nachgiebigen Wandungen versehenen Raum wirkt, bleibt Alles möglichst bei einander.

Jeder Theil des Nahrungscanales fällt, so wie er keinen festen oder flüssigen Inhalt hat, zusammen. Alle Parthien gleiten, so wie es ihre Beweglichkeit gestattet, leicht an einander hin. Die seröse Flüssigkeit, welche ihre Bewegungen begünstigt und erleichtert, muß aber dann bei der Temperatur des Körpers und dem Drucke der Luft stets tropfbar flüssig bleiben. Von diesen Verhältnissen überzeugt man sich sehr wohl, wenn man bei einem Thiere alle Weichtheile bis auf das durchscheinende Bauchfell ohne Verletzung des letzteren lospräparirt. Alles liegt dann in der Bauchhöhle, wie man deutlich sieht, noch eng beisammen. Kleine Zwischenräume werden durch die seröse Flüssigkeit des Bauchfelles ausgefüllt. So wie man aber eine Oeffnung in das Peritoneum macht, stürzt äußere Luft hinein und entfernt die Theile mehr oder minder von einander (Gerber). Etwas Aehnliches sieht man auch häufig bei Eröffnung des Unterleibes des Menschen, wo nicht selten unmittelbar nach der Durchschneidung der Bauchdecken, welche oft von einem hörbaren Eindringen von Luft begleitet ist, ein hervorgetriebenes Darmstück sogleich durch die Spalte heraustritt. Nur in krankhaften Fällen, z. B. bei der sogenannten äußeren Trommelsucht, sammelt sich eine beträchtliche Menge von Gas in dem Bauchraume an. Das eben für das Peritoneum Angeführte gilt auch für den Sack der Pleura, bei welcher in allen Zuständen das Lungenfell dem Brustfelle möglichst anliegt, für den Herzbeutel, die Säcke der Hirn- und Rückenmarkshäute, die Scheidenhäute des Hodens u. dgl. Ueberall haben wir in Folge der oben erwähnten Verhältnisse möglichst geringe Erfüllung des Raumes, in dem sich neben den Organen eine lubrificirende und die Lücken ausfüllende Flüssigkeit befindet. Nach dieser Anschauungsweise müssen auch, wie dieses durch Vivisectionen an Thieren ebenfalls wahrscheinlich wird, die verschiederen Höhlungen des Gehirnes im Leben ein geringeres Volumen, als sie an den exenterirten und aufgeschnittenen Theilen darbieten, besitzen.

Diese consequent durchgeführte physikalische Ansicht, welche in neuerer Zeit mit Recht (von E. H. Weber, Joh. Müller, Henle u. A.) vertheidigt worden, hat auf den ersten Blick etwas Befremdendes und Unwahrscheinliches. Da man nämlich nach dem Tode nur sehr wenig Flüssigkeit z. B. in der Bauchhöhle vorfindet, so entsteht die Meinung, daß diese unmöglich alle Interstitien zwischen den Eingeweiden habe ausfüllen können. Nun ist der Bauchraum in sich hermetisch abgeschlossen. Es scheint daher, als müsse in ihm ein ähnliches Verhältniß, wie unter der Glocke der Luftpumpe, sobald sich unter ihr eine Schaale mit Wasser befindet, Statt finden, d. h. das Wasser füllt als Dunst den Höhlenraum aus. Vergessen wir aber nicht, daß die Wandungen der Bauchhöhle beweglich sind, daß, wie wir die Bauchdecken ausdehnen, der Abdominalraum zwar von vorn nach hinten größer, aber von oben nach unten kleiner wird, daß überhaupt kein Vacuum gleichsam in der Bauchhöhle existirt, so müssen wir um so mehr den serösen Dunst verlassen und uns mit jener physikalischen Ansicht befreunden. Ja wir können dann den Nutzen der serösen Flüssigkeit nur darin suchen, die an einander zu bewegenden Theile glatt zu erhalten. Bei den Lungen bleiben ebenfalls das Brustfell und das Lungenfell eng beisammen, weil jene in gleichem Maaße, als sich der Brustkasten erweitert, durch die in sie einstürzende atmosphärische Luft ausgedehnt werden. Bei dem Gehirn und Rückenmark, die von festeren minder beweglichen Wandungen eingeschlossen werden, ist auch die Menge des serösen Fluidum, der Cerebrospinalflüssigkeit, verhältnißmäßig größer, um bei den Hebungen und Senkungen, welche das centrale Nervensystem vornimmt, besser folgen und leichter ausfüllen zu können.

Der fast hermetische Verschluß durch thierische Membranen hat ebenfalls auf den ersten Anblick etwas Unglaubliches, weil man dieses mit ihrer Porosität, ihren Diensten bei der Endosmose und der Diffusion der Gase für unvereinbar hält. Allein schon das oben angeführte, am Pferde angestellte Experiment zeigt, daß das isolirte Bauchfell allein noch die Eingeweide von dem Eindringen der Atmosphäre befriedigend abschließt. Ein anderes krankhaftes Verhältniß legt den guten Verschluß durch die Bauchdecken noch klarer vor Augen. Wir wissen, daß ein Glas, welches nur einen feinen Sprung hat, das Wasserstoffgas, mit dem es gefüllt ist, nach und nach entläßt und gegen atmosphärische Luft austauscht. Bei Kühen dagegen, welche zu viel Klee oder andere blähenden Dinge gefressen haben, entsteht eine so bedeutende Ansammlung von Gas in der Bauchhöhle, daß man dieses durch eine eigens gemachte Punktion entleeren muß. Verhielte sich der Bauchraum wie eine mit Sprüngen versehene Glasglocke, so müßte er dann bald sein Wasserstoffgas gegen atmosphärische Luft austauschen. Dieses scheint jedoch gar nicht oder nur in geringerem Grade der Fall zu sein. Denn in jenem durch das Durchstechen der Bauchdecken erhaltenen Gase fand sich in zwei Fällen neben 40 — 80 % Wasserstoff gar keine, in zwei anderen neben 15—48 % Hydrogen nur 5—25 % Luft [1].

Die vollständige Füllung aller Zwischenräume der serösen Höhlen mit der serösen Flüssigkeit ist nicht in dem Grade wesentlich, daß, wenn sie gestört wird, die Funktion der Organe, welche in solchen Räumen enthalten sind, aufhörte. Nur dadurch, daß atmosphärische Luft zu ihnen dringt, oder auch bloß durch den Mangel jenes Fluidum, können die Thätigkeiten mehr oder minder beeinträchtigt werden. Legt man z. B. bei einem Thiere den Sack der Rückenmarkshaut in der obersten Halsgegend ohne Verletzung bloß, so zeigt z. B. ein Kaninchen noch keine Störung in seinen Bewegungen. Sticht man aber die Dura mater an, so springt die Flüssigkeit in einem Strahle hervor und das Thier taumelt, nachdem sie entleert worden, wie ein Betrunkener. Läßt man durch einen größeren Schnitt Luft eindringen, so erzeugen sich sogar oft leichte krampfhafte Zuckungen. Bei der Frau ist scheinbar der Bauchraum nicht gänzlich abgeschlossen. Denn die äußere Luft könnte durch die Scheide und die Höhlungen der Gebärmutter und der Tuben vermittelst der Abdominalöffnungen der letzteren eindringen. Allein aus Gründen, die wir in der speciellen Physiologie bei den Verhältnissen dieser Theile kennen lernen werden, ist auch dieser Weg stets verschlossen. Tritt dagegen durch eine Verletzung der Bauchdecken und speciell des Bauchfelles Luft ein, so erzeugt der Reiz der Atmosphäre bei sensibeln Subjecten Entzündung der Gedärme. Bei unempfindlicheren Personen aber kann ein solcher Eintritt von Luft in die Bauchhöhle nach und nach ohne alle bedeutende Belästigung erfolgen. Eine Frau z. B., welcher aus Versehen die vorgefallene Gebärmutter abgeschnitten worden war, empfand nur bei dem Eintritte der Luft durch die so entstandene Oeffnung, welche lange Zeit ungeschlossen blieb, ein Gefühl von Kälte im Unterleibe, ohne daß die Thätigkeiten der Verdauung, der Harnentleerung u. dgl. wesentlich gestört wurden (Wrisberg) [2].

64 In anderen Fällen nützt der Luftdruck nicht bloß, um Raum, sondern auch, um Kraft, oder, was dasselbe ist, um wirksame Substanzen zu ersparen. Dieses Verhältniß haben wir z. B. in den Gelenken. Die Muskeln, welche das Hüftgelenk umgeben, hätten auch die Last des Beines tragen können. Sie hätten aber zu diesem Zwecke, wenn nicht die untere Extremität an dem Becken durch den bloßen Luftdruck befestigt wäre, einen bedeutenden Theil ihrer Kraft unnütz verlieren müssen. Indem nämlich der Schenkelkopf und die Pfanne luftdicht schließen, verhalten sie sich zu einander wie die früher erwähnten an einander gefügten Halbkugeln, aus deren Innerem die Luft ausgepumpt worden. Statt der Muskeln oder

---

[1] J. Liebig die organische Chemie in ihrer Anwendung auf Physiologie und Pathologie. Braunschweig. 1842. 8. S. 320.

[2] H. A. Wrisbergii Commentationum medici, physiologici, anatomici et obstetricii argumenti, Societati reg. Scient. Goettingensi oblatarum et editarum Vol. I. Gottingae. 1801. 8. p. 446.

anderer Theile, wie der Bänder, der Gelenkkapsel, heftet der atmosphärische Druck den Schenkel an das Becken und trägt so das Gewicht des ersteren. Denn wenn h die Höhe des Barometerstandes, m die kleinste und n die größte Sehne des Kugelsegmentes der Beckenpfanne ist, so muß der atmosphärische Druck, durch welchen die untere Extremität an dem Becken befestigt erhalten wird, dem Werthe h m n Quecksilber annähernd gleich sein. Beträgt nun der Barometerdruck 750 Mm. (= 27,7 par. Zoll), die größte Sehne jenes Kugelsegmentes 47 Mm., die kleinste Sehne desselben 25 Mm., so gleicht der atmosphärische Druck, der je ein Bein des Menschen am Becken hält, 750 × 25 × 47 = 881250 Cubikmillimeter Quecksilber. Da nun 1 Cubikcentimeter Wasser 1 Grm. wiegt, so haben wir dann bei einem specifischen Gewichte des Quecksilbers von 13,598 für jenen Druck = x = 881,250 × 13,598 Grm. = 11983,2375 Grm. = 23 Schweizer Pfund 30,9 Loth = 25 preuß. Pfund 19,84 Loth, d. h. etwas mehr, als das Gewicht einer unteren Extremität beträgt (W. und E. Weber)[1]. Betrachten wir das Pfannengelenk als einen Kreis von 36 Mm. Durchmesser, so haben wir für den Druck der Luft = 10375,5 Grm. = 20 Schweizer Pfund 22,4 Loth oder 22 preuß. Pfund 4,1 Loth. Man sieht aber hieraus, daß das Pfannengelenk so groß ist, daß bei dem gewöhnlichen Luftdrucke durch diesen das Gewicht der unteren Extremität ungefähr gänzlich aufgehoben wird. Die Muskeln des Schenkels können daher so ihre ganze Kraft zu den Ortsveränderungen des auf diese Art äquilibrirten Beines gebrauchen. Dieses muß aber natürlich um so weniger der Fall sein, je geringer der äußere Luftdruck ist. Auf dem Montblanc z. B. würde dieser bei einem Barometerstande von 16,085 Zoll oder 435,5 Mm. und den beiden Sehnendurchmessern von 25 und 47 Mm. nur 6024,62 Grm. = 12 Schw. Pfd. 1,568 Loth = 12 preuß. Pfd. 28,16 Loth betragen. Wenn daher bei 750 Millimeter Barometerstand die ganze Last des Schenkels von dem Luftdrucke aufgehoben würde, so müßten auf der Höhe des Montblanc die Muskeln beinahe die Hälfte derselben tragen. Hieraus erklären sich nun die Verschiedenheiten der Ermüdungsphänomene, welche bei dem Ersteigen sehr bedeutender Höhen zum Vorschein kommen. Besitzt ein Mensch eine so entwickelte Muskelkraft, daß die schwerere Last des Schenkels dieselbe noch nicht größtentheils aufhebt, oder in hohem Grade schwächt, so wird er keine besondere Ermüdung spüren. Wenn dagegen dieses nicht der Fall ist, so wird er erschöpft hinsinken oder nach den geringsten Anstrengungen ermatten. Daher findet man auch, daß manche Personen, welche sich bei dem Bergsteigen eine Zeit lang sehr gut gehalten haben, oft in größeren Höhen fast plötzlich hinsinken und unmöglich weiter fort können, weil dann wahrscheinlich der von den Muskeln zu tragende Gewichtstheil des Schenkels der Kraft der Muskulatur fast gänzlich entgegenwirkt. Von den pathologischen Anwendungen dieser Verhältnisse, welche auch auf die anderen Gelenke mehr oder minder ausgedehnt werden kön-

[1]) Wilh. und Ed. Weber Mechanik der menschlichen Gehwerkzeuge. Göttingen. 1836. 8. S. 160.

nen, wird in der ſpeciellen Phyſiologie bei den Bewegungsorganen ausführlich gehandelt werden. Wie aber in dem Inneren der Gelenkkapſeln alle Zwiſchenräume, gleich denen der ſeröſen Höhlen, von einer verſchiebbaren Flüſſigkeit, nämlich der Synovia vollſtändig ausgefüllt ſind, ſo gilt dasſelbe von den ſogenannten Schleimbeuteln und anderen geſchloſſenen Höhlen, wie ſie z. B. im Auge und dem innern Gehörorgane vorkommen.

65 Unter den normalen Verhältniſſen ſtehen alle Theile des Körpers ungefähr unter dem gleichen äußern Drucke. Dieſer kann daher, mit den oben erwähnten Ausnahmen, in dem relativen Verhalten der Organe zu einander keine Veränderungen bedingen. Allein es ergiebt ſich von ſelbſt, daß ſolche auf der Stelle hervortreten müſſen, ſobald nur ein Theil unſeres Körpers einer andern Preſſion der Atmoſphäre ausgeſetzt wird. Am einfachſten und leichteſten ſehen wir dieſes bei dem Aufſetzen eines Schröpfkopfes. Der Ort der Haut, welcher von dieſem bedeckt wird, befindet ſich in einem luftverdünnten Raume, mithin unter einem geringern Luftdrucke, als die übrige Oberfläche des Körpers. Es müſſen daher einerſeits zu der unter dem Schröpfkopfe befindlichen Stelle mehr Flüſſigkeiten, vorzüglich Blut zuſtrömen und anderſeits die Gewebe mehr angeſogen und in die Höhe gehoben werden. Wir bedienen uns daher der Schröpfköpfe, um einen Theil turgescirender zu machen, oder um ihn ſtärker mit Blut zu füllen, damit dieſes aus den unmittelbar darauf anzubringenden Schnittwunden in größerer Menge hervorquelle. In größerm Maßſtabe ſehen wir die gleichen Folgen bei den Junod'ſchen Apparaten, bei welchen ganze Extremitäten den Einwirkungen eines luftverdünnten oder luftverdichteten Raumes ausgeſetzt werden können. Bei geringerm atmoſphäriſchen Drucke dehnt ſich die Haut des afficirten Theiles, der an Volumen überhaupt zunimmt, zu dem mehr Blut ſtrömt, deſſen Wärme höher ſteigt, und deſſen Ausdünſtung vermehrt iſt, aus. Iſt die ſo behandelte Parthie ſehr groß, ſo wird dann für ſie eine ſo bedeutende Blutmenge in Anſpruch genommen, daß die übrigen Organe darunter leiden. Indem weniger Blut nach dem Kopfe ſtrömt, erblaßt das Geſicht. Die Arterien klopfen in geringerm Grade oder auch wohl momentan gar nicht. Es entſtehen Uebelkeiten, Schwindel, Ohnmachten, allgemeiner Schweiß, mit einem Worte Symptome, wie ſie bei ſtarken Blutverluſten ebenfalls in Folge der Verminderung der Blutmenge auftreten. Iſt der luftverdünnte Raum zugleich erwärmt, ſo wird natürlich dadurch das Zuſtandekommen dieſer Erſcheinungen nur befördert. Befindet ſich ein Organ, z. B. eine Extremität, umgekehrt der Einwirkung verdichteter Luft ausgeſetzt, ſo erblaßt die Haut deſſelben. Die oberflächlichen Venen derſelben werden unkenntlicher. Das ganze Glied verliert an Umfang und ſoll ſich daher leichter bewegen. Es ſtrömt bald eine zu große Menge Blutes in den übrigen Körpertheilen, und es werden daher auf dieſe Art Congeſtionen nach dem Kopfe oder der Bruſt veranlaßt. Alle dieſe Symptome treten leichter ein, wenn ſich die Extremität unter comprimirtem Waſſer befindet, da dieſes 769,778 ſchwerer als die atmoſphäriſche Luft iſt, alſo bei gleichem Volumen viel ſtärker drückt.

Es ergiebt sich leicht, daß man in den Verhältnissen des stärkeren und des schwächeren Luftdruckes kräftige Mittel, welche die Medicin noch nicht hinreichend benutzt hat, besitzt. Um z. B. Congestionen von dem Kopfe oder der Brust zu entfernen, bildet die Einwirkung eines luftverdünnten Raumes auf die Füße gewiß ein energischeres Ableitungsmittel, als die gebräuchlichen einfachen oder mit Senf, Kali, Asche u. dgl. versetzten Fußbäder. Eben so ließe sich vielleicht mindestens versuchen, ob bei dem an den Zehen auftretenden oder drohenden Brande alter Leute, welcher in einem Mangel an Blutzufluß seinen Grund hat, durch Anwendung eines luftverdünnten Raumes wenigstens ein Aufenthalt des Leidens erzielt werden könnte, oder ob es möglich sei, bei vorhandenem Brande die Bildung der Demarcationslinie auf diesem Wege zu beschleunigen. Umgekehrt ließen sich vielleicht congestive Nervenschmerzen, wie z. B. bei Ischias durch einen stärkern Luftdruck mildern. Die Congestion von Flüssigkeiten, welche in dem einem geringern Luftdrucke ausgesetzten Raume entsteht, befördert natürlich die Auffaugung. Daher auch in dieser Beziehung mannigfache praktische Anwendungen offen stehen und daher z. B. in diesem Falle Gifte leichter als unter gewöhnlichen Verhältnissen wirken.

Außer dem absoluten Drucke der Luft sind die übrigen physikalischen und chemischen Verhältnisse derselben für den Organismus von wesentlicher Bedeutung. Die Höhe des Barometerstandes, die Temperatur und der Feuchtigkeitsgrad der Atmosphäre haben auf die Menge von Sauerstoff, die wir einathmen, auf unsere Ausdünstung und auf andere Thätigkeiten unseres Organismus einen wesentlichen Einfluß. Fremde Beimischungen, welche die Luft enthält, bedingen außer ihren negativen auch noch häufig genug positive Einflüsse. 1) Der Barometerstand selbst influirt insofern wesentlich als mit ihm natürlicher Weise das absolute Gewicht des in einem bestimmten Volumen Luft enthaltenen Sauerstoffes bei gleicher Temperatur und gleicher Luftfeuchtigkeit in geradem Verhältnisse steht. Wenn daher bei einer Reduction auf den Meeresspiegel, auf 0° R. und auf die Schwere unter 45° Breite der mittlere Barometerstand unter 32° bis 33° am größten und zwar = 338''',83 (Madeira) bis 339''',83 (Tripolis) ist und von da sowohl nach dem Aequator als nach den Polen hin bis 66°,66 nördlicher Breite hin abnimmt (Eyafiord = 66° zu 334''',64 und Godhavn = 68° nördlicher Breite zu 334'''76 Barometerstand), sich dann aber wieder vergrößert (Spitzbergen = 75°,5 nördlicher Breite zu 336''',23 Barom.)[1]), so gäbe dieses ein directes Maaß für das Sauerstoffgewicht, welches in 1 Vol. eingeathmeter Luft enthalten wäre, wenn nicht, wie dieses in der That der Fall ist, die Höhe über dem Meeresspiegel, die Temperatur und der Feuchtigkeitsgrad der Luft eines Ortes solche Correctionen bedingten, so daß jene Differenz des der geographischen Breite nach reducirten Barometerdruckes in den Hintergrund träte. Eine ähnliche Folgerung muß, abgesehen von der Temperatur und der Luftfeuchtigkeit, für die täglichen und jährlichen Schwankungen des Barometerstandes ihre Gültigkeit haben. Wenn dieser im Allgemeinen jeden Tag von 3½ Uhr des Nachts bis 9½ Uhr Vormittags zunimmt, sich von da bis 4 Uhr Nachmittags verringert, sich bis 10 Uhr Abends wieder vergrößert und bis 3½ Uhr des Nachts von Neuem vermindert, so muß in gleichem Verhältnisse das absolute Sauerstoffquantum zu- oder abnehmen. Es bleibt noch genaueren Untersuchungen der Zukunft vorbehalten, 66

[1]) **Poggendorff in dem Handwörterbuche der Chemie. Bd. I. S. 544.**

ob z. B. die Frequenz der Geburten, der Sterbefälle u. dgl. nach den verschiedenen Tageszeiten diesen differenten Barometerständen correspondiren oder nicht. Im Brüsseler Petershospital z. B. starben von 5250 Kranken zwischen Mitternacht und 6 Uhr Morgens 26,61 %, zwischen 6 Uhr Morgens und Mittag 25,16 %, zwischen Mittag und 6 Uhr Abends 27,77 % und zwischen 6 Uhr Abends und Mitternacht 20,46 % (Quetelet)[1]). Auffallend bleibt, daß an manchen Orten die meisten Sterbefälle immer zwischen Mitternacht und 6 Uhr Morgens vorkommen. In Hamburg z. B. betrugen sie unter beinahe 2000 Fällen im Winter 31,5 %, im Frühling 32,1 %, im Sommer 29,2 % und im Herbst 28,1 %. Keine der andern Tagesperioden hatte zu irgend einer Jahreszeit eine größere Sterblichkeit. Glich diese nach Mitternacht im Durchschnitt 30,6 %, so machte sie Vormittags 24,2 %, Nachmittags 21,1 % und Vormitternacht 24,1 % aus (Buek)[2]). Da nun die Größe der täglichen Schwankungen des Barometers, abgesehen von den durch die Höhe des Ortes entstehenden Modificationen, von dem Aequator nach den Polen hin abnimmt, so muß auch ihr Einfluß auf den Menschen unter der Linie am größten sein. In St. Louis z. B. unter 2° 30′ geogr. Breite und bei 10 Meter Höhe über dem Meere beträgt die mittlere Differenz zwischen dem täglichen Maximum und Minimum 3,79 Millimeter, in Bern bei 46° 57′ Breite und 532 Meter Höhe 0,90 Millimeter und in Königsberg bei 54° 42′ Breite und 30 Meter Höhe 0,20 Millimeter. Es müssen sich daher die Einflüsse, welche an den genannten drei Orten hieraus entstehen, im Mittel = 18,95 : 4,50 : 1 zu einander verhalten. Aehnliche Anwendungen ließen sich auf die monatlichen und jährlichen Schwankungen des Barometerstandes machen.

Die Temperatur übt einen noch bedeutenderen Einfluß aus. Denn unter sonst gleichen Verhältnissen steht die absolute Menge des in einem bestimmten Volumen atmosphärischer Luft enthaltenen Gewichtes von Sauerstoff in umgekehrtem Verhältnisse mit der Größe der Temperatur, welche die Atmosphäre darbietet. Setzt man z. B. die Sauerstoffmenge bei 0° 0 R., 336‴ Barometerhöhe und 0,00 Luftfeuchtigkeit = 1, so beträgt sie unter den sonst gleichen Verhältnissen und bei bloßer Temperaturveränderung bei — 20° R. 1,10258, bei — 12° R. 1,05771, bei 0°,0 R. 0,99467, bei + 12° R. 0,93331 und bei + 20° R. 0,89073 (A. W. Schultz)[3]). Wiegt daher dann die in einem einzuathmenden Luftvolumen enthaltene Sauerstoffmenge bei 0°,0 Temperatur 1,947 Gran, so beträgt sie bei — 20° R. 2,158 Gran, bei — 12° R. 2,070 Gran, bei + 12° R. 1,827 Gran und bei + 24° R. 1,699 Gran. Hieraus ergiebt sich von selbst, daß z. B. die Einnahme des Sauerstoffes im Winter größer als im Sommer, in der Nähe der Pole stärker als unter der Linie sein müsse. Da nun der in dem Körper vor sich gehende Verbren-

---

[1]) A. Quetelet über den Menschen, übersetzt von Riecke. S. 198. 199.

[2]) An demselben Orte S. 199.

[3]) Müller's Archiv für Anatomie und Physiologie S. 127. nebst der angehängten Tabelle.

nungsproceß unter sonst gleichen Umständen mit dem Quantum des in das Blut aufgenommenen Sauerstoffes wächst und fällt, so muß er im Winter und in kalten Regionen stärker, als im Sommer und in warmen Gegenden sein. Welche ferneren Folgerungen sich hieraus ergeben, werden wir bei Gelegenheit der thierischen Wärme und in der speciellen Physiologie bei den einzelnen Ernährungsprocessen genauer kennen lernen. 3) Die Schwankungen des Feuchtigkeitsgrades der Luft sind für die Functionen unseres Körpers von derselben, wo nicht von noch größerer Wichtigkeit, als die der Wärme. Dem Gewichte nach enthält ein bestimmtes Luftvolumen bei gleichem Barometerstande und gleicher Temperatur relativ um so weniger Sauerstoff, je feuchter es ist. Setzt man aber die Sauerstoffmenge bei 336''' Barometer, 0° R. und 0° Feuchtigkeit = 1, so betrüge sie bei annahmsweise constantem Barometerstande und bei einer unveränderlichen Temperatur von + 12° R. bei 0,00 des hygrometrischen Standes 0,94675, bei 0,40 Luftfeuchtigkeit 0,94003, bei 0,80 Luftfeuchtigkeit 0,93331 und bei 1,00 Luftfeuchtigkeit 0,92995. Die Gewichte des Oxygens glichen dann bei 0,00 Luftfeuchtigkeit 1,853 Gran, bei 0,40 Luftfeuchtigkeit 1,840 Gran, bei 0,80 Luftfeuchtigkeit 1,827 Gran und bei 1,0 Luftfeuchtigkeit 1,820 Gran (A. W. Schultz). Es müßte daher unter sonst gleichen Verhältnissen die Sauerstoffaufnahme ins Blut mit dem Feuchtigkeitsgrade der Atmosphäre in umgekehrtem Verhältnisse stehen, wenn nicht, wie wir bei dem Athmen sehen werden, die Differenz so gut, als gar nicht zu Stande käme. Der Hygrometerstand der Atmosphäre muß aber einen andern wesentlichen Einfluß haben. Je mehr Wasserdämpfe die Luft enthält, um so weniger geneigt ist sie, Wasser aufzunehmen. Es muß daher im Allgemeinen die Verdunstung des Wassers aus dem Blute, welche in den Lungen und an der Hautoberfläche vor sich geht, mit dem Wassergehalte der Luft in umgekehrtem Verhältnisse stehen. Das Blut wird in niedrigen sumpfigen Gegenden, deren Atmosphäre stets mehr oder minder mit Wasser geschwängert ist, nach anhaltend heftigen Regengüssen wasserreicher werden und so Krankheiten, die mit einem sogenannten leucophlegmatischen Ansehen verbunden sind, bedingen. Daher ist z. B. das Wechselfieber ein in den höheren Alpengegenden fast unbekanntes Leiden, während es in sumpfigen niederen Regionen, kaum vertrieben, bald von Neuem wiederkehrt. Gesellt sich aber noch zu diesen Nachtheilen in wärmern Klimaten eine höhere Temperatur, mithin eine schwächere Sauerstoffaufnahme und eine geringere Kohlensäureausscheidung hinzu, so müssen die Fieber nur desto hartnäckiger werden, sich mit intensiveren Leberleiden verbinden und so die Organisation des Menschen leicht zu Grunde richten. Diese Nachtheile werden dann oft noch durch bald zu nennende fremdartige Beimischungen der Atmosphäre erhöht. 4) Durch die Ausdünstung der Pflanzen, welche im Dunkeln Kohlensäure entbinden, so wie durch die der Thiere und der Menschen, durch gährende und faulende Substanzen und andere Momente wird die Luft mit vielen schädlichen Stoffen geschwängert. Die Luftströmungen, die wir unter dem Namen der Winde kennen, reinigen dann die Atmosphäre, indem sie neue Luftmassen herbeiführen und

zugleich jene schädlichen Beimischungen so sehr vertheilen, daß ihre procentigen Mengen gleich Null angesehen werden können. Wo dagegen der Wechsel der Luft gehindert ist, wird natürlich die Atmosphäre leicht schädlich werden können. Daher diese in verschiedenen Zimmern, die nicht gehörig gelüftet werden, in engen Thälern um so ungesunder ist, je mehr Geschöpfe in ihnen leben, je mehr organische Substanzen in ihnen im Umsetzung begriffen sind u. dgl. mehr. Wahrscheinlich ist dieses auch die Ursache, weshalb in Thälern, die von hohen Bergen eingeschlossen sind, der Cretinismus in den bedeutendsten Graden seiner Ausbildung und so häufig auftritt, wie z. B. das Wallis und das Aostathal auf eine so betrübende Weise darthun. Im Wallis sendet man daher sehr zarte Kinder, welche Anlage zum Cretinismus zu haben scheinen, auf hohe Berge. Auf demselben Principe stützt sich der in neuester Zeit (von Guggenbühl) gemachte Heilversuch, indem man auf der Höhe des Abendberges im Berner Oberlande eine Pension für Kinder der Art anlegte. Ueberhaupt beruht die Zuträglichkeit der Luft in höheren Berggegenden auf ihrer reineren und constanteren Mischung, ihrem geringeren Wassergehalte und dem gemäßigteren barometrischen Drucke.

5) Die Gase, welche aus den oben genannten Ursachen eingeschlossenen atmosphärischen Räumen beigemischt sein können, sind Kohlensäure, Kohlenoxydgas, Kohlenwasserstoff, Wasserstoff, Ammoniak, Schwefelwasserstoffgas, Phosphorwasserstoff, Chlorwasserstoffgas und verschiedene flüchtige organische und unorganische Stoffe. Durch solche Beimengungen kann dann die Luft als krankmachende Ursache, als sogenanntes Miasma wirken. Abgesehen von den gewöhnlichen Fäulniß- und Ausdünstungsverhältnissen der organischen Theile enthält die Luft z. B. in der Nähe von Steinkohlenlagern Kohlenwasserstoff, an der Meeresküste und in der Nähe von Salinen Chlorwasserstoffgas, bei Schwefelquellen, in der Nähe von Sümpfen, in welchen sich schwefelreiche organische Stoffe in bedeutender Menge zersetzen, Schwefelwasserstoff, an Teichen bisweilen Phosphorwasserstoff, in der Umgebung von Säurefabriken Dämpfe von schwefeliger, salpetriger Säure, in Arsenikhütten gasförmigen Arsenwasserstoff und dergleichen. Daß durch solche Beimischungen die Luft zu einem starken Gifte werden könne, erhellt von selbst. Dunkler sind die Einwirkungen der flüchtigen organischen Substanzen, über deren Natur und Effecte noch so gut, als gar keine genügenden wissenschaftlichen Untersuchungen vorliegen. Eben so müssen auch noch künftige Beobachtungen die Beziehungen der physikalischen und chemischen Constitution der Atmosphäre zu den Miasmen genauer nachweisen. Endlich 6) kann die Luft mechanische Gemengtheile, welche schädlich wirken, führen. Bei Handwerkern z. B., die viel mit Kohlen arbeiten, vermengt sich ein Quantum feinen Kohlenstaubes mit der eingeathmeten Luft und schlägt sich in den Lungenzellen nieder, beschränkt hier, sobald die Menge der Kohle beträchtlicher ist, den Athmungsproceß und kann auch durch mechanische Reizung Entzündung und Eiterung erregen. Dasselbe gilt natürlich ebenfalls von anderen Staubarten. Daher kommt es, daß Handwerker, die häufig solchen Schädlichkeiten ausgesetzt sind, so leicht lungenschwindsüchtig werden. Zu gleicher Zeit aber kann das Ein-

athmen von Staub durch die mechanische Einwirkung der kleinen festen Theilchen noch zwei Arten geringerer Nachtheile bedingen. a) Indem die Molecüle längs der Nasenschleimhaut dahinstreichen, erregen sie leicht einen solchen Kitzel, daß Niesen entsteht, und b) indem sie auf dieselbe Art längs der Schleimhaut des Pharynx dahin gehen, entsteht bei empfindlichen Personen Uebelkeit und Erbrechen. Daher z. B. das letztere bei einzelnen Menschen bei dem Auskehren, dem Umräumen von Büchern auftritt. Solche mechanisch der Luft beigemengten Körper aber können auch vielleicht den Grund zu anderen abweichenden Zuständen legen. Man weiß, daß sich leichte und kleine Körper, wie z. B. Pollenkörner, bald in der Luft verbreiten und selbst eingeathmet werden. Die Sporen von Schimmelbildungen, die Eier von Infusorien, welche ein noch unbedeutenderes Volumen haben, müssen nur desto leichter mit den Luftströmungen fortgeführt werden. Gelangen sie auf diese Art in den Körper und finden sie hier einen geeigneten Mutterboden für ihre Entwickelung und ihre fernere Vermehrung, so entstehen Producte, die bei ihrer Vervielfältigung schon dem freien Auge auffallen. Aus diesem Grunde finden wir wahrscheinlicher Weise z. B. die Athmungsorgane lebender Vögel nicht selten verschimmelt. Aus dieser Ursache enthält vermuthlich der Rotzeiter bisweilen Schimmelgebilde (Langenbeck). Auch bei dem Menschen können Schimmelformationen, welche bei verschiedenen Krankheiten auf der Haut, auf der Zunge, am Rachen, der Speiseröhre, dem Darme u. dgl. vorkommen (Hannover)[1], zum Theil auf ähnliche Weise durch eingeführte Sporen entstanden sein. Daß sie bei gesunden nicht existiren, würde noch nicht gegen eine Vorstellung der Art zeugen, da hier vielleicht die geeigneten, ihre Entwickelung begünstigenden Momente mangeln.

Es läßt sich mit Recht erwarten, daß auch die Luftelectricität einen größern oder geringern Einfluß auf den Menschen ausübt. Dieses erhellt z. B. schon daraus, daß nervöse Personen nicht selten durch eine große electrische Spannung in der Atmosphäre krankhaft afficirt werden, daß Zahnschmerzen nach einem Gewitter verschwinden u. dgl. mehr. Da jedoch bis jetzt keine wissenschaftliche Begründung dieses electrischen Einflusses auf den Organismus vorliegt, so müssen noch spätere Untersuchungen diese Verhältnisse näher begründen.

Die Einwirkung der Atmosphäre und der Witterung auf den Menschen tritt dem Arzte täglich entgegen. Auf diese Art sehen wir z. B. im hohen Sommer Cholera und Ruhren, im naßkalten Herbste oder Frühjahr oder in sehr gelinden Wintern, die statt vielen Schnees häufigen Regen haben, Typhen, bei windigem naßkalten Wetter Katarrhe und Rheumatismen, bei trockener kalter Luft Lungenentzündungen besonders auftreten. Während die Ursachen und Bedingungen, unter welchen die genannten Krankheiten dann erscheinen, meistentheils mehr oder minder klar durchschaut werden können, bleiben uns die Wirkungsverhältnisse, welche bisweilen Kindbettfieber, Unterleibsentzündungen und andere Leiden in größerer Menge hervorrufen, unbekannter.

Individuen, welche einzelne kranke Theile ihres Körpers haben, z B. solche, die an Glaucom leiden oder schadhafte Zähne besitzen, schmerzhafte Geschwülste oder Geschwüre darbieten, empfinden nicht selten die Wetterveränderungen, gleich einem Barometer, früher als gesunde Menschen. Dasselbe ist auch bei solchen, welche große Narben führen, der Fall.

---

[1]) A. Hannover in Müllers Archiv 1842. S. 281—295.

Daher der sogenannte Calender der Amputirten, der im Allgemeinen bei solchen Stümpfen, deren Narben dünner sind und eher den Knochen, als die Weichtheile bedecken, intensiver eintritt. Solche Verstümmelte haben nicht selten bei Aenderungen der Witterung heftige Schmerzen im Stumpfe, weil wahrscheinlich die dünnere Narbe dem Einflusse der Luft auf die durchschnittenen Nerven einen bedeutenderen Einfluß gestattet.

Die Wärme das Bettes scheint häufig auf eine noch nicht näher erklärte Art die Effecte der atmosphärischen Veränderungen oder den Einfluß der Luftspannung überhaupt wesentlich zu befördern. Die Knochenschmerzen der Syphilitischen, das Jucken bei Hautausschlägen, rheumatische, gichtische Schmerzen, Magenkrämpfe, durch zu große Reizbarkeit des Darmes bedingte Diarrhöen, Koliken, welche bei Witterungswechsel erscheinen, treten besonders des Nachts, wenn der Körper im Bette erwärmt worden, auf oder vermehren sich um diese Zeit.

67 Die Atmosphäre dient endlich bei vielen Thätigkeiten unseres Körpers durch ihre physikalischen und chemischen Eigenschaften zu mannigfachen besonderen Zwecken. Da die detaillirten Belege dieses Satzes in die specielle Physiologie gehören, so muß ich mich hier auf eine beispielsweise Aufzählung der wichtigeren Punkte vorläufig beschränken. 1) Die bloße Geschwindigkeit der Bewegung des Luftstromes kann bewirken, daß flüssige oder festere Theile gewaltsam fortgerissen und so nach außen zu befördert werden. Auf diese Art werden Substanzen verschiedener Natur durch das Husten, das Niesen u. dgl. ausgeworfen. 2) Die Wellen, welche die Luft bei ihrem Erzittern bildet, nützen bei dem Hören und Sprechen auf die mannigfaltigste Weise. Auch die ruhende Luft, wie z. B. die in der Trommelhöhle befindliche, hat ihren Zweck für bestimmte Functionen des Hörens. 3) Bei dem Athmen und der Hautausdünstung wird die Atmosphäre als ein Gasgemenge, welches Sauerstoff abgiebt und dafür Kohlensäure und Wasser aufnimmt, in Anwendung gezogen. 4) Auf ähnliche Art kann die mit den Speisen in den Darm beförderte Luft dazu dienen, durch ihren Sauerstoff die hier eintretenden Gährungs- und Fäulnißprocesse der Nahrungsmittel zu unterstützen. Endlich 5) vermag die Luft manche Eigenthümlichkeiten der Absonderungsproducte zu bestimmen. Indem sie z. B. diesen Wasser entnimmt, erzeugt sie Niederschläge der festen Stoffe derselben, oder macht die Fluida bei geringeren Verdampfungsgraden consistenter. So z. B. präcipitiren sich durch Verdunstung des Schweißes die Salze und die nicht flüchtigen organischen Stoffe desselben auf der Haut, während der Schleim der Nase durch anhaltende Berührung mit erwärmter, von den Lungen bei der Exspiration durchströmender Luft consistenter bis fest wird. Alle Oberflächen, die Schleim absondern, sind entweder, wie die der Nasenhöhle, des Darmes, der Scheide in fortwährender Berührung mit Gasarten, oder wenigstens, wie die der Harnblase, der Gebärmutter, der fallopischen Röhren der Möglichkeit des Eindringens kleiner Quantitäten von Atmosphäre selbst im Normalzustande nicht gänzlich verschlossen.

Hydrodynamische Momente.

68 Die mannigfaltigen Flüssigkeiten unseres Körpers befinden sich während des Lebens in verschiedenen Verhältnissen der Bewegung und der

Ruhe. 1) Das Blut wird durch den Mechanismus eines Druck- und Saugwerkes, des Herzens, in geschlossenen Röhrenleitungen, den Gefäßen, beständig herumgetrieben und kehrt daher auch nach Verlauf einiger Zeit zu seinem alten Ausgangspunkte, dem Herzen, zurück. Betrachtet man dieses als das Centrum des Röhrenwerkes, so strömt es hierbei in den Arterien centrifugal, in den Venen centripetal und biegt in den Capillaren aus der ersteren in die letztere, in dem Herzen selbst aus dieser in jene Richtung um. 2) Der Chylus und die Lymphe werden ebenfalls in ihren Gefäßen, wie in Röhrenleitungen fortgeführt. Allein ihr Strom geht nicht in einem vollständigen Kreise herum, sondern fließt einseitig und zwar stets wie die Venen centripetal. 3) Die Absonderungsflüssigkeiten der conglomerirten Drüsen werden, wie der Chylus und die Lymphe, ebenfalls nur nach einer Richtung hin fortgeführt. Allein einerseits ist diese Bewegung nicht anhaltend, sondern erfolgt nur zu gewissen Zeiten, und anderseits geht sie, wenn wir die absondernde Drüse als den Centraltheil betrachten, centrifugal. Etwas Aehnliches gilt von Behältern, wie der Gallenblase, der Harnblase, in welchen sich Flüssigkeiten ansammeln, um durch den später eintretenden Druck der Wandungen mittelst Ansatzröhren, wie des Gallenganges und der Harnröhre entleert zu werden. Die Flüssigkeiten und der Schleim dagegen, welche z. B. in dem Nahrungscanale enthalten sind, laufen je nach der Richtung des Druckes der Wände bald nach der einen, bald nach der anderen Seite hin. 4) Manche Flüssigkeiten, wie z. B. die Serosität der Ventrikel des Gehirnes, die an der Oberfläche der Schleimhäute der Nase, der Luftröhre, der Lungen, der ausgebildeten Gebärmutter und der entwickelten fallopischen Röhren befindlichen Fluida werden durch das hier existirende Flimmerepithelium in einer anhaltenden, mehr oder minder ausgedehnten Wellenbewegung erhalten. 5) Manche Fluida kommen in Verhältnisse, in welchen sie ihrer Gravitation gemäß gewisse berechnete oder mehr zufällige Strömungen vornehmen. So z. B. die nach der Nasenhöhle abfließenden Thränen, die in Folge der Kälte zu den Nasenöffnungen heraustretenden Tropfen und dergl. 6) Einzelne Flüssigkeiten ruhen so lange, als nicht mechanische Veränderungen der Nachbartheile eintreten. Die Fluida der serösen Säcke, die Synovia verschieben sich immer nur auf eine den benachbarten festeren Organen entsprechende Weise. Der Inhalt des Graaf'schen Follikels tritt nach dem Bersten der Follikularhaut hervor. Endlich 7) befinden sich die in Haarspalten oder anderen feinen Räumen eingeschlossenen Flüssigkeiten so lange in Ruhe, als nicht chemische Anziehungen Strömungen und Lagenveränderungen bewirken. So wechselt die das Parenchym der Organe durchtränkende Ernährungsflüssigkeit nur dann ihren Ort, wenn der physikalisch-chemische Proceß der Verdunstung oder chemische Anziehungsprocesse, die von den flüssigen oder den festen Theilen der Nachbarschaft ausgehen, ihre Trägheitsmomente überwinden.

Zur Fortbewegung der Flüssigkeiten in den Röhren unseres 69
Körpers bedient sich die Natur meistentheils des Druckes, welcher am leichtesten und einfachsten durch die sich zusammenziehenden Fasern der

Röhrenwandungen ausgeübt wird, seltener der Aspiration, die wir z. B. bei den Vorhöfen zur Zeit ihrer Erweiterung und bei den Effecten des Einathmens auf den Kreislauf in Anwendung gebracht finden. In beiden Fällen nämlich wird durch Erweiterung, im ersteren durch die der Atrien, im letzteren durch die des Brustkastens Blut in die Vorhöfe eingesogen. Wo der Druck energisch sein und in regulirten Intervallen erfolgen soll, gebraucht die Natur das kräftigste Zusammenziehungsmittel, nämlich quergestreifte Muskelfasern, welche wir daher auch in allen Theilen des Herzens vorfinden. Soll er dagegen nur zur Nebenunterstützung dienen und allmähliger eintreten, aber dafür desto anhaltender wirken, so wählt sie, wie bei den Venen, den Chylus- und den Lymphgefäßen, contractile Fäden, die in ihrer Zusammenziehungsfähigkeit und in der Beharrlichkeit in ihrem einmal angenommenen Zustande gewissermaaßen zäher sind. Nur als untergeordnete und momentane Druckkraft wird die Elasticität, wie z. B. bei den Schlagadern, benutzt. Noch secundärer ist die Druckwirkung, welche durch die Rückkehr des Thorax zu seinem früheren Umfange auf die Kreislaufsorgane bei dem Ausathmen, durch die Muskelzusammenziehung des Darmes auf die Chylusgefäße, durch die Bauchpresse auf die Gefäße des Unterleibes u. dgl. ausgeübt wird. Durch jene contractilen Elemente aber erlangen die hydraulischen Vorrichtungen in unserem Körper einen unendlichen Vortheil, insofern dadurch alle mit der Construction von Stempeln oder anderen Druckerregern verbundenen Nachtheile ganz und gar aufgehoben werden.

70 Wie bei unseren künstlichen Wassermaschinen haben wir auch in unserem Körper mannigfache Ventile, die jedoch in einer Einfachheit und Zweckmäßigkeit, welche wir eher einzusehen, als selbst nur nachzuahmen im Stande sind, auftreten. Bei dem weichen Material, aus welchem alle Röhrenleitungen unseres Organismus bestehen, sind natürlicher Weise alle Ventilvorrichtungen häufig und bilden entweder Segel- oder elastische oder weichere Taschenventile. Die deutlichsten Segelventile haben wir in den Atrioventricularklappen des Herzens, die zwar das Blut aus den Vorhöfen in die Herzkammern eintreten lassen, bei der Zusammenziehung der letzteren aber durch das Blut selbst aufgebläht und geschlossen werden. Auf diese Art hindern sie es dann, in die Atrien zurückzukehren, und zwingen dasselbe, einzig und allein durch die arteriösen Mündungen in die Lungenarterie und die Aorta auszuweichen. Wie genau diese häutigen Ventile schließen, kann man z. B. daraus sehen, daß wenn man von der Aorta aus nach der Zerstörung der halbmondförmigen Klappen derselben bei dem Pferde Wasser in die linke Herzkammer einsprützt, die zweizipfelige Klappe selbst nach dem Tode, also ohne alle Thätigkeit besonderer Muskelfasern, so gut arbeitet, daß keine Flüssigkeit in den linken Vorhof eindringt. Elastische Taschenventile bilden die halbmondförmigen Klappen der Lungenarterie und der Aorta, die sich während der Erweiterung der Herzkammern durch den Druck des in den genannten Schlagadern enthaltenen Blutes stellen und das sonst durch die Schwere und die elastische Zusammenziehung der Arterien bedingte Zurückfallen desselben in die Herzkammern verhindern.

Hierzu bedarf es natürlich eines bestimmten Grades des Blutdruckes, der aber auch, wie wir bei der Lehre vom Kreislaufe sehen werden, so gering zu sein braucht, daß auch in dieser Beziehung kein von Menschenhand verfertigtes Ventil Aehnliches zu leisten im Stande ist. Da übrigens die Action der Atrio-Ventricularklappen mit der Zusammenziehung, die der halbmondförmigen der Lungenarterie und der Aorta mit der Erweiterung der Herzkammern zusammenfällt, so haben wir hier eine ähnliche zeitlich entgegengesetzte Thätigkeit zweier verschiedener Ventile, wie z. B. bei vielen Pumpwerken, bei der Luftpumpe, denjenigen Arten von Uhrwerken, die in dem Innern von Oellampen angebracht sind. Die weicheren Taschenventile endlich, wie sie in den Venen, den Chylus- und den Lymphgefäßen vorkommen, sind ebenfalls Vorrichtungen, um Flüssigkeiten bei ihrem Zurücksinken in den Taschen zu fangen und so zu stauden. Diesen Apparaten am nächsten verwandt erscheinen die Klappeneinrichtungen an dem Uebergange des Dünndarmes in den Dickdarm, an dem der Harnleiter in die Harnblase und ähnliche Einfügungen. Endlich kann sich mit der Ventilation eine andere Vorrichtung, die ventilartig wirkt, zur Sicherheit verbinden. Indem nämlich z. B. der Harnleiter, ehe er in die Harnblase ausmündet, eine Strecke weit zwischen den Häuten der letzteren verläuft, ist die Unmöglichkeit des Rücktrittes des in der Blase enthaltenen Urines nach der Urethra in höherem Grade gesichert. Denn in dem Momente, wo sich die Blase zusammenzieht und der Harn dem Drucke allseitig auszuweichen sucht, wird natürlich jener in der Wandung der Urinblase verlaufende Harnleitertheil verschlossen und unwegsam gemacht. Eine ähnliche Vorrichtung zeigt sich in der Einsenkung des Gallenausführungsganges und Bauchspeicheldrüsenganges in den Zwölffingerdarm und z. B. in der Lagerung der Ausführungsgänge der Speicheldrüsen des Mundes.

Die Verschiedenheiten des Flusses, welche durch mannigfaltige Bedin- 71
gungen der Form und der Größe der Röhren, durch die ein Fluidum getrieben wird, erzielt werden können, sind in unserem Körper in den verschiedensten Weisen in Anwendung gebracht. Zuvörderst muß natürlich die Capacität eines Gefäßes der Menge von Blut, welche ein Organ aufnehmen soll, entsprechen. Auf diese Art erhalten z. B. die Nieren, welche die Bestimmung haben, der gesammten Blutmasse deren wässerige und einzelne in Wasser lösliche Bestandtheile bis auf einen gewissen Grad fortwährend zu entziehen, die weite Nierenarterie, während in der Leber, wo behuf der Gallenabsonderung mehr Pfortaderblut, als Arterienblut nothwendig ist, auch die Vena portae eine größere Capacität, als die Arteria hepatica hat. Auf diese Weise sehen wir, daß die Caliber der entsprechenden Gefäße in hypertrophischen Organen größer, in atrophischen kleiner werden und daß die Function eines Theiles von der Regel abweicht, sobald die Zufuhr des Blutes mit der Abfuhr desselben in keinem normalen Verhältnisse mehr steht. Eben so muß auch die Schnelligkeit des Blutstromes bis auf einen gewissen Grad von der Größe des Durchmessers des Gefäßes bestimmt werden. In den Nieren fließt das Blut bei der Kürze und Weite der Nierenschlagader sehr schnell, weil hier häufig und

rasch abgesondert werden und weil vorzugsweise wässerige Stoffe aus dem Blute treten sollen, in der langen und schmalen Samenarterie dagegen nur sehr langsam, weil hier ein concentrirtes, in viel längerer Zeit zu lieferndes Secret zu bereiten ist. Die Winkel, unter welchen z. B. die Arterien von einander abgehen, können natürlicher Weise für die Geschwindigkeit der Blutbewegung nicht einflußlos sein. Allein daß sie bei den Vorsichtsmaaßregeln, welche die Natur bei der Construction der Röhrenleitungen unseres Körpers getroffen hat, möglichst klein, fast gleich Null zu setzende Verzögerungen der Schnelligkeit erzeugen, läßt sich unzweifelhaft annehmen. Es war daher nicht gerechtfertigt, wenn ältere iatromechanische Aerzte auf die Unterschiede der Winkel, unter welchen die Schlagaderzweige der verschiedenen Organe von ihren Hauptstämmen abgehen, ein so großes Gewicht legten, daß sie die Differenz der Functionen der einzelnen Theile, vorzüglich der mannigfachen Absonderungen von diesem Gesichtspunkte aus erklären zu können glaubten. Viel wichtiger dagegen sind die relativen Capacitäten der Röhren. Wir wissen, daß unter sonst gleichen Verhältnissen die Schnelligkeit der Strömung mit Erweiterung des Flußbettes verzögert, mit Verengerung desselben vermehrt wird. Da nun die Summe der Lumina aller Capillaren eines Organes mit Recht für größer, als das Lumen der eintretenden Arterie oder der austretenden Vene angesehen wird, so muß die Strömung des Blutes von den Arterien nach den Capillaren verlangsamt, von diesen nach den Venen dagegen wiederum beschleunigt werden. Aus dem gleichen Grunde muß die Geschwindigkeit des Stromes von den Anfangsnetzen der Chylus- und Lymphgefäße nach den größeren Stämmen, von den Endröhren der Drüsen nach dem Hauptausführungsgange, wenn sich die übrigen Momente gleich bleiben, zunehmen.

71 Schon in allen geraden Röhrenleitungen entstehen durch Unebenheiten der Innenfläche der Wandungen, durch die Adhäsion und Reibung, welche zwischen diesen und der Flüssigkeit Statt findet, Verzögerungen der Geschwindigkeit des Stromes, welche im Allgemeinen mit der größeren Länge der Röhre und dem geringeren Caliber derselben wachsen und zugleich auch durch die Geschwindigkeit des bewegten Fluidum bedingt werden. Denn während die Reibung mit der einfachen Schnelligkeit wächst, vergrößert sich der Stoßwiderstand mit dem Quadrate der Geschwindigkeit des Stromes. Auf diese Art geht z. B. unter sonst gleichen Verhältnissen in unseren künstlichen Apparaten bei Wasser von 12°,5 bis 17°,5 C. bei einzölligen Röhren $^1/_{100}$, bei fünfzölligen $^1/_{224}$ der Geschwindigkeit verloren[1]). Alle diese Uebelstände vermindert aber die Natur auf eine bewundernswerthe Weise. Bei den Blut-, den Chylus- und den Lymphgefäßen kleidet sie die innere Oberfläche des Rohres mit einem sehr dünnen und gleichförmigen Plattenepithelium, auf das eine ganz glatte und ebene Haut folgt, aus, so daß der Stoßwiderstand möglichst klein, ja vielleicht Null wird. Die Adhäsion zwischen dem Blut, dem Chylus oder der Lymphe

---

[1]) A. Baumgartner die Mechanik in ihrer Anwendung auf Künste und Gewerbe. Wien. 1834. 8. S. 106. 107.

und den Gefäßwandungen ist ebenfalls sehr unbedeutend. Jene Flüssigkeiten enthalten mehr oder minder Eiweiß aufgelös't, während die porösen Röhrenwände biegsam und mit derselben Solution vollständig durchfeuchtet sind. Auf diese Art wird es möglich, daß z. B. der Druck, unter welchem das Blut strömt, in allen größeren Schlagaderstämmen der gleiche oder fast der gleiche bleibt und daß Flüssigkeiten durch Capillarröhren von $^1/_{100}$ bis $^1/_{400}$''' Durchmesser zwar meist mit der Bildung einer linearen Schicht, aber sonst ohne Beschwerden durchgetrieben werden. In dem letzteren Falle besonders müssen alle Bedingungen möglichst genau berechnet sein, wenn das so schwierige hydraulische Problem gelös't werden soll. Daher sehen wir auch das Blut sogleich in den Capillaren in Stockung gerathen, sobald z. B. ein zu starker Druck einwirkt oder wenn die Blutflüssigkeit durch zu große Wärme oder Kälte, durch Säuren, Alkalien oder Salze ihren bestimmten Dichtigkeitsgrad verliert oder feste Stoffe durch Gerinnung absetzt. Mit welcher weisen Berechnung Alles harmonirt, lehrt z. B. auch folgender Umstand. Wir sind zwar im Stande, eine Injectionsmasse, sobald deren feste Theile die Capillaren nicht verstopfen, von den Arterien aus durch die feinsten Blutgefäßnetze in die Venen überzutreiben. Allein auch bei der glücklichsten Einsprützung werden nicht alle Capillaren eines irgend größeren Organes zu einer und derselben Zeit vollständig und gleichmäßig gefüllt. Im Leben wird dieses Problem gleichzeitig in allen Körperorganen gelös't. Kein Anatom dürfte im Stande sein, von der Aorta aus die Masse durch die Schlagadern der Baucheingeweide in die Capillaren derselben, aus diesen in die Pfortader und aus dieser durch die Lebercapillaren in die Lebervenen überzutreiben. Die Natur vollführt dieses nicht nur in jedem Augenblicke, sondern befördert auch noch die Blutmasse bei einzelnen Thieren, z. B. bei Fischen, durch mehr als zwei Capillarsysteme, ohne je ihr Ziel zu verfehlen.

Ein anderes bei Röhrenleitungen und Flußbetten häufig auftretendes 72
Verzögerungsmittel der Geschwindigkeit, nämlich die Anwesenheit von Biegungen und Krümmungen, wird oft in unserem Körper zu bestimmten Zwecken in Gebrauch gezogen. Abgesehen davon, daß jede Windung des Rohres natürlicher Weise den Weg verlängert, entsteht auch an der Biegungsstelle selbst ein neuer Widerstand. Bei sanften Krümmungen gehen dadurch eben so viele Tausendtheile der Druckhöhe, als der Biegungswinkel Grade hat, verloren, während bei stärkeren Krümmungen die Verhältnisse so complicirt werden, daß sie sich nicht mehr nach einfachen Rechnungen bestimmen lassen[1]). Die größten Schwierigkeiten des Durchganges entstehen aber dann, wenn die Biegung nicht bloß stark, sondern an einer und derselben Stelle eine doppelte ist, d. h. sowohl in der Richtung der Breite, als in der der Höhe erfolgt und wenn an ihr eine Verengerung des Lumen Statt findet. Fast alle möglichen Combinationen sind in dieser Beziehung in unserem Körper in Anwendung gebracht. Betrachten wir z. B. zuvör-

[3]) A. Baumgartner a. a. O. S. 108.

derst die Capillaren, so sehen wir in den Lungen fast gar keine Krümmungen der kleinsten netzförmig vereinigten Reiser derselben auftreten, weil hier möglichst viel Blut in möglichst kurzer Zeit durchströmen soll. In den Darmzotten dagegen, wo diese Bedingung nicht erforderlich ist, schlängeln sich auch schon die feinsten Blutgefäßnetzchen, obgleich auf keine sehr bedeutende Weise. In den Schleimhäuten, wo das Blut behufs der Absonderung des zähen Schleimes länger verweilen muß, bilden sich sogar sogenannte palmförmige Biegungen und Schlingen der feinsten Blutgefäßnetze. Wäre dieses nicht der Fall gewesen, so wäre das Secret weit wässeriger geworden, gleichwie aus den feinsten Lungencapillaren Wasser abdunstet und durch die der Nieren vorzugsweise wässerigen Materien in die benachbarten Harncanälchen hinein ausschwitzen. Nicht minder klar treten ähnliche Momente bei größeren Gefäßstämmen auf. Die Aorta, die Lungenarterie, die Carotis communis, die Subclavia, Axillaris, Brachialis, Cruralis erscheinen größtentheils gerade, weil hier jede Verzögerung des Blutlaufes nicht nur überflüssig, sondern sogar schädlich wäre. Allein um die Kraft des Blutdruckes bei dem weichen und in einem großen Theile seiner Masse empfindlichen Gehirn zu mäßigen, geht die Hirncarotis in Windungen durch den Carotidencanal und bilden alle übrigen Hirnschlagadern mehr oder minder bedeutende Schlängelungen. Die Lungen, die Nieren, durch welche das Blut rasch durchtreten soll, erhalten geradere, die Milz dagegen in entgegengesetzter Absicht eine sehr gewundene Schlagader. Da in den Venen der Druck des Herzens bedeutend geschwächt und der Blutlauf verlangsamter ist, so erscheinen die Blutadern oft gerader oder bilden einfachere Biegungen, als die entsprechenden Schlagadern. Mit der Herstellung von Einrollungen aber verbindet sich noch der Nebenvortheil, daß sie durch stärkere Druckkraft ausgezogen werden können. Aus diesem Grunde sehen wir z. B. in erectilen Organen, wie dem Penis, in Theilen, welche verhältnißmäßig rasch wachsen sollen, die Röhren, vorzüglich die Schlagadern, korkzieherartig verlaufen, damit sie bei der Volumensvergrößerung des Theiles durch Streckung eine größere Länge anzunehmen im Stande seien. Allein auch das Maximum der Verlangsamung erzielt die Natur auf diesem Wege. Je stärker nämlich die Verknäulung eines Gefäßrohres wird, um so mehr muß sich auch der Widerstand vergrößern, um so mehr muß die Geschwindigkeit abnehmen und die Druckhöhe verlieren. Theilt sich nun aber zugleich das Gefäß, indem es sich verwickelt, in eine Menge von Aesten, deren Lumina zusammenaddirt mehr, als das ursprüngliche Lumen betragen, so muß, da so das Flußbett erweitert wird, die Verzögerung noch größer ausfallen. Gehen dann aus der Verknäuelung ein oder mehrere Hauptstämme, deren Lumina kleiner, als die Summe der Lumina der Verknäuelungsäste sind, wiederum hervor, so muß eine Beschleunigung der Schnelligkeit und gewissermaßen eine theilweise Correction des früheren Uebergangszustandes eintreten. Alle diese Verhältnisse finden wir in den Wundernetzen, wie z. B. in den Malpighischen Körperchen der Nieren, in den Chylusgefäß- und den Lymphgefäßdrüsen realisirt.

73 Bei unseren künstlichen Röhrenleitungen entsteht noch dadurch ein

häufiges Widerstandsmoment, daß eine Flüssigkeit in ein sehr heterogenes Medium, z. B. Wasser in Luft ausströmt. Dieses hat die Natur bei den Blut-, den Chylus- und den Lymphgefäßen auf einfachstem Wege beseitigt, indem hier die Röhrensysteme überall abgeschlossen sind, so daß daher bei der Continuität der Flüssigkeitssäulen nicht sowohl von Ausströmung, als einem Fortströmen gesprochen werden kann. Was hervortritt, geht auf erosmotischem Wege durch die Poren der Gefäßwandungen hindurch. Daß aber übrigens die Druckkräfte, unter welchen jene Flüssigkeiten strömen, durch den bloß mechanischen Widerstand der Luft nur wenig beeinträchtigt werden, lehren die durch Verletzungen der Gefäße resultirenden Ausflußmengen jener Fluida. Die automatische Stillung von Blutungen durch den Einfluß der Luft beruht auf der durch diese begünstigten Gerinnung des Blutes oder darauf, daß sich die Stümpfe der zusammengezogenen Gefäße nach innen zurückziehen und hier von den Nachbartheilen zum Theil comprimirt oder von diesen und geronnenem Blute verstopft werden.

Betrachten wir die Capillaren, was sie im Leben auch sind, als 74
durchgängige Röhren, so bilden z. B. die Bauchaorta und die untere Hohlvene zwei Communicationsgefäße, in welchen bei aufrechter Stellung das Blut gleich hoch im hydrostatischen Gleichgewichte steht. Wird es durch jeden Herzschlag in der Aorta herabgedrückt, so muß es in der Hohlvene um so viel steigen, als dieser Druck minus der auf dem Wege seiner Fortpflanzung eintretenden Schwächungsmomente beträgt. Nun ist es aber bei Communicationsgefäßen vollkommen gleichgültig, von welchem Durchmesser die beiden, die Flüssigkeit enthaltenden Communicationsröhren sind. So lange die Adhäsion und Reibung feinerer Schläuche kein Hinderniß in den Weg legt und wenn nur Flüssigkeit genug vorhanden ist, kann das eine Rohr wenige Linien betragen und wird doch mit seiner dünnen Wassersäule, sobald diese eine größere Höhe hat, oder, was dasselbe ist, einen größeren hydrostatischen Druck ausübt, fußbreite Wassermassen des andern Behälters so weit, bis beide Flüssigkeitsarme im hydrostatischen Gleichgewichte sind, in die Höhe bringen. Ein geringer Druck auf die erstere wird eben so auf die letztere wirken. Auf diese Art hebt man z. B. das Niveau eines ganzen Teiches oder Sees durch eine verhältnißmäßig sehr dünne Flüssigkeitssäule. Wenn daher auch die Venen ein größeres Caliber, als die Arterien haben, wenn auch an vielen Stellen des Körpers statt einer Schlagader zwei Blutadern existiren, so hat dieses für die Fortbewegung des Blutes keinen nachtheiligen Einfluß. In ausgedehnterem Maaße aber finden wir z. B. eine Anwendung dieser Verhältnisse bei der Erection des Penis. Die Arteria pudenda interna zeichnet sich durch kein sehr großes Caliber aus, während die Maschenräume der cavernösen Körper venös sind und die austretenden Venennetze des Gliedes verhältnißmäßig sehr starke Röhren bilden. Nichts desto weniger kann die Füllung der Maschenräume mit Blut und die weitere Fortbewegung desselben durch die Druckkraft des Herzens bei der Kleinheit des Lumens der Schlagader keine Schwierigkeit haben. Allein gerade hier tritt uns noch eine eigenthümliche Einrichtung entgegen. Je kleiner und zahlreicher

die Capillaren, die zwischen den Arterien und den Venen liegen, sind, um so geschwächter pflanzt sich natürlich der Druck des Herzens von den Schlagadern auf die Blutadern fort. In den cavernösen Körpern des Penis haben wir daher gleichsam nur ein Minimum eines Capillarsystemes. Denn die feinsten Reiser der Schlagadern verlaufen in den feinsten Netzbalken des Maschengewebes und gehen dann in die venösen Maschenräume über. Der Druck des Blutes in der verhältnißmäßig engen arteriellen Röhre pflanzt sich alsdann auf eine minder geschwächte Art auf die reichlichere Menge des Venenblutes in den Maschenräumen fort. Natürlicher Weise muß aber dieser Druck während der Erection und um diese zu bewirken stärker seyn, als im Zustande der Ruhe. Diesem entsprechen auch die Verhältnisse jener Capillararterien. In den dünnen, fadig ausgespannten Netzbalkchen verlaufen sie außerhalb der Erectionszeit schlangenförmig oder korkzieherartig gebogen. Es entsteht daher hierdurch ein größerer Widerstand und mit diesem eine Verminderung der Geschwindigkeit und des Druckes. Während der Erection ziehen sie sich aber in Folge der Ausdehnung mehr oder minder aus. In gleichem Maaße muß daher die Schnelligkeit vergrößert und der Druck verstärkt werden. Es muß deshalb immer mehr Blut in den Penis einfließen und die in den Maschenräumen schon enthaltene Blutmenge einer größeren Druckkraft ausgesetzt werden, so daß schon auf diese Art, da der Abfluß vermindert oder aufgehoben ist, die Steifung und die Härte des Gliedes beständig zunimmt, bis beide Momente, abgesehen von der Größe der Druckkraft des Herzens, mit der möglichsten Streckung jener Capillararterien ihr Maximum erreichen.

75 Durch die netzförmigen Verbindungen, welche die Gefäße aller Art darbieten, gewinnt die Natur eine Menge von Abzugscanälen, die bei gleichmäßiger Füllung die Anwesenheit von einzelnen größeren Schläuchen minder erforderlich machen und eine Garantie für die sonst leicht hemmenden Störungen bei den verschiedenen Bewegungen der Nachbartheile darbieten. Zu gleicher Zeit schafft sie hierdurch, ohne bedeutenden Verlust von Kraft oder Geschwindigkeit, einen größeren Raum zur Aufnahme von mehr Flüssigkeit.

76 Durch die Wahl des Materiales der Röhrenwandungen entstehen in den Flüssigkeitsleitungen unseres Körpers Vortheile, die wir meist bei unseren künstlichen Apparaten nicht zu erzielen im Stande sind. 1) Die Wände sind nachgiebig und können daher auch, sobald mehr Flüssigkeit eingetrieben wird, die Durchmesser ihrer Caliber vergrößern. Während daher bei starren Röhren jede Vermehrung der Menge des Fluidum auch eine entsprechende Vergrößerung der Höhe der Säule bedingt, ist dieses bei den Röhrenleitungen unseres Körpers in geringerem Grade der Fall. Wären z. B. die Blutgefäße feste Röhren gewesen, so hätte schon ein geringeres Moment, das z. B. mehr Blut in die Hohlvenen treibt, ein Ueberfließen desselben in den rechten Vorhof und so eine Störung des Lungenkreislaufes bedingt. Dadurch aber, daß jene Blutadern bei stärkerer Füllung dicker werden, tritt eine solche Wirkung erst bei einer größeren

Kraft der bedingenden Ursache ein. 2) Elastische Röhren, wie wir sie z. B. auch bei unseren Feuersprützen haben, gewähren den Vortheil, daß sie in dem Momente, wo ein größeres Quantum von Flüssigkeit in sie eingepreßt wird, vermöge ihrer Elasticität nachgeben, sobald dagegen die Druckkraft aufhört, zu ihrem alten Volumen möglichst zurückkehren und so einen neuen Druck auf die in ihnen enthaltene Flüssigkeit ausüben. Dieser Nutzen ist z. B. bei den Arterien unseres Körpers in Anwendung gebracht. 3) Dadurch, daß die Röhren contractil sind, also ihren Umfang und vorzüglich ihren Durchmesser verändern können, liegt natürlich in der Hydraulik unseres Organismus der wesentliche Vortheil, daß sich die Capacität der Röhren und die Geschwindigkeit der Flüssigkeit nach verschiedenen Verhältnissen sogleich modificiren kann. Wir haben auf diese Art einen mehr oder minder wandelbaren Apparat, der durch diese seine Variabilität vielfachen Nachtheilen ausweichen, mannigfachen Nutzen gewähren und selbst durch eigenen Druck oder selbstständige Erschlaffung andere Kräfte unterstützen kann.

Das **Auspressen von Flüssigkeiten** aus Behältern erfolgt in 77
unserem Organismus auf zweifachem Wege. Entweder besitzen die Reservoirs sowohl, als der Ausführungsgang oder die Ansatzröhre einen hohen Grad von Contractilität und bewegen sich wurmförmig. Auf diese Weise wird z. B. die Galle allmählig in den Zwölffingerdarm hinabgestoßen. Nach demselben Mechanismus erfolgt im ruhigen und normalen Zustande der Austritt der meisten wo nicht aller Secrete aus den Drüsen und den Ausführungsgängen derselben. Oder das Ansatzrohr verhält sich passiv und macht keine peristaltischen Bewegungen, während der Behälter durch seine Contraction die Flüssigkeit herausdrückt. Diesen Fall haben wir in Betreff der Harnblase und der Harnröhre bei dem Uriniren. Er gleicht vollkommen dem Austreiben einer Flüssigkeit aus einer Sprütze. Die Druckkraft des Stempels wird durch die Zusammenziehung der Muskelhaut der Blase, das Ansatzrohr oder die Canüle durch die Urethra dargestellt. Der Strahl, der dadurch erzeugt wird, geht den Richtungen der Schwere nach bogig von oben nach unten und bildet, wie der einer Sprütze oder eines laufenden Brunnens, eine schraubig gedrehte Vene, deren Länge außer anderen Momenten von der Länge und dem Breitendurchmesser des Ansatzrohres, der Harnröhre, bestimmt wird und daher z. B. bei der längeren und engeren Urethra des Mannes bedeutender ausfällt.

Mechanik der festen Theile[1]).

Als Stütze unseres Körpers und zur Bewegung der einzelnen Theile 78
desselben gebraucht die Natur Materialien, die zum Theil eine bedeutende

[1]) Schon in den beiden vorigen, von den aërostatischen und den hydraulischen Verhältnissen handelnden Abschnitten, so wie in den bis jetzt behandelten Theilen der allgemeinen Physiologie überhaupt suchte ich so wenig als möglich in die Details

absolute Festigkeit besitzen. Denn der Knochen z. B. zerreißt bei einem Querschnitte von 1 Quadratzoll durch eine Belastung von 368 bis 743 Centnern (Bevau). Seine absolute Festigkeit ist daher 14 bis 29 Mal so groß, als die des Glases, 4 bis 8 Mal so stark, als die des Rothtannenholzes, 1,4 bis beinahe 3 Mal so bedeutend, als die des festesten der bis jetzt geprüften Hölzer, nämlich des Guajacholzes, und übertrifft in dieser Beziehung selbst in ihrem Minimum noch die Widerstandskraft des Kupferdrahtes, der bei 1 Quadratzoll Querschnitt durch 340 Centner reißt, in ihrem Maximum dagegen sogar die des schwedischen Schmiedeeisens, welches nur 648 Centner fordert. Die Sehnen, so wie die meisten Bänder haben, wie wir sahen (§. 33), eine bedeutend stärkere Tragkraft, als die besten Seile. Das Gleiche gilt unzweifelhaft von den Aponeurosen, ja, wie schon früher wahrscheinlich gemacht wurde, sogar von dem Zellgewebe. Ebenso fanden wir auch, daß die Natur trotz der Weichheit des Materiales bei den Stricken unseres Körpers dadurch an Festigkeit sehr viel gewinnt, daß die Fäden, aus welchen jene bestehen, äußerst fein sind und daß dieser Vortheil wahrscheinlich noch erhöht wird, weil die einzelnen Fadenbündel von den Fasern des Umhüllungsgewebes umschlungen werden. Aus diesem Grunde haben auch das Zellgewebe, die Sehnen, die Bänder, die Gelenkkapseln feinere Elementarfäden, als die Muskeln. Aus dieser Ursache findet sich wahrscheinlich bei den quergestreiften Muskelfasern keine so schiefe Umwickelung durch Umhüllungsfasern, wie bei den zuerst genannten Gewebtheilen. Wo aber keine hohen Festigkeitsgrade erfordert werden, fehlen diese auch, besonders wenn sie auf Kosten anderer nothwendigerer Eigenschaften hätten hergestellt werden müssen. Wir fanden z. B. die Schenkelvene 5 bis 6 Mal so schwach, als die Sehnen. Für die gewöhnlichen Wirkungen aber, welche durch die Druckkraft des Blutes ausgeübt werden, ist diese Festigkeit mehr als hinreichend. Würde sie vergrößert worden, so wäre dieses wahrscheinlich nur mit einer Beschränkung der Elasticität und der Contractilität der Blutadern verbunden gewesen. Etwas Aehnliches gilt für die Arterien. Wir sehen daher auch, daß höchstens bei krankhaften Ausdehnungen oder übermäßigen Verengerungen, bei Verknöcherungen der Aorta die Widerstandskraft bisweilen zu gering wird und daß daher dieses Gefäß unter einem momentan verstärkten Herzdrucke berstet.

79 In den verschiedenen Contractilitätserscheinungen unseres Organismus haben wir nicht nur eine fortwährende Quelle der Aeußerung von mechanischer Kraft, sondern auch einen stets wirksamen Regulator der Größen- und Stellungsverhältnisse bei den mannigfachen Lagenverände-

---

der einzelnen Functionen einzugehen, weil diese Gegenstände in der speciellen Physiologie ohnedies ausführlich behandelt werden müssen. Bei der Statik und der Dynamik der festen Körper aber folgte ich diesem Grundsatze in noch höherem Maaße, weil fast alle hierher gehörenden Specialien in dem über die Bewegungen unseres Körpers handelnden Abschnitte erörtert werden müssen. Ich habe daher hier, nach einigen einleitenden Bemerkungen, nur vorzüglich diejenigen Wirkungen, welche der menschliche Körper gleichsam als Bewegungsmaschine hervorbringen kann, betrachtet.

rungen unserer Maschine. Es wurde z. B. schon bei Gelegenheit der hydraulischen Momente (§. 76) angeführt, wie sich z. B. die Gefäße durch ihre Zusammenziehung den verschiedenen Arten der Füllung anpassen. Vorzüglich aber ist es die Muskelfaser, welche durch ihre fortwährende Kraftäußerung mechanische Momente, die jeden Augenblick nothwendig werden, bedingt. Denn durch sie zieht sich das Herz zusammen und macht den Kreislauf, eine der Grundthätigkeiten unseres Organismus, möglich. Durch sie fungiren die Athemmuskeln und bedingen so eine Arbeit, welche ohne Vernichtung des Lebens nur äußerst kurze Zeit ausbleiben kann. Bei jeder Stellung des Körpers, bei welcher dieser nur nicht auf vollkommen passive Weise gleich einer Leiche horizontal ausgestreckt liegt, befinden sich eine Reihe von Muskeln in Contraction, um die beweglichen Skeletttheile unmittelbar oder vermittelst ihrer Sehnen gleich Stricken in einer entsprechenden Lage anzuziehen und zu befestigen. Außer diesen unwillkürlichen und nothwendigen Functionen aber haben wir in den Muskeln, indem wir sie willkürlich gebrauchen können, die Fähigkeit, ein größeres oder geringeres Quantum von mechanischer Kraft nach Belieben zu entwickeln und so durch unsere Arbeit unsere eigene Körperlast, so wie andere träge Körper in Bewegung zu setzen und außerdem noch mit bestimmten Zwecken anderweitig zu wirken. Um aber diese Anstrengungen möglichst erfolgreich zu machen, bedient sich die Natur der einfachsten, wie der erfolgreichsten Mittel. Die Länge der Muskeln z. B. entspricht immer der vortheilhaftesten Richtung ihrer Wirkungsweise. Meistentheils heften sich die Muskelfasern an Knochen, Sehnen u. dgl. schief, d. h. in einer Diagonalrichtung an, damit so nach dem Gesetze des Parallelogrammes der Kräfte eben so viel geleistet werde, als gingen zwei Muskelfasern unter rechten Winkeln von einander ab und als existirte die wahrhaft hergestellte Muskelfaser unter einem Winkel von 45° zwischen beiden. Es wird auf diese Weise an Masse des Materiales gewonnen, ohne daß an Wirkung Etwas verloren geht. In jedem Muskel, so wie in benachbarten Muskeln ist die gegenseitige Lage der Muskelfasern für die Bestimmung derselben genau berechnet. Nur da, wo, wie z. B. in der Haut des Gesichtes, eine sehr geringe Kraftäußerung erforderlich wird, strahlt ein Muskelbündel, nachdem es strangförmig verlaufen, an seinem Endtheile divergirend aus, um dann auf Kosten eines Theiles seiner Kraft ein größeres Gebiet der Wirkung zu erlangen. Wo dagegen ein möglichst starker Effect auf einen Punkt oder einen kleinen Theil concentrirt werden soll, convergiren die Muskelfasern mehr oder minder nach dieser Stelle hin, wie z. B. alle Muskeln, welche lange Sehnen, an denen sie wie an Stricken ziehen, beweisen. Hierbei setzen sie sich häufig an beiden Seiten schief an, um wiederum nach dem Parallelogramme der Kräfte die Wirkung zu concentriren, oder gehen zu einem ähnlichen Zwecke von außen nach innen allmählig in die Sehne über, so daß die äußeren Sehnenfasern länger als die inneren sind. Soll ein möglichst allseitiger Druck, wie z. B. auf den Unterleib, ausgeübt werden, so durchkreuzen einander die Fasern z. B. der Obliqui und des Transversus abdominis in verschiedenen Richtungen u. dgl. mehr.

Fast jeder Muskel aber ist so eingerichtet, daß er nach Verschiedenheit der Fixation seiner Ansatzpunkte durch benachbarte Muskeln mannigfaltige mechanische Thätigkeiten erhält. Um das Ausweichen der einzelnen Muskelpartieen bei den verschiedenen Zusammenziehungszuständen zu verhüten, dienen die Fascien, welche die Muskulatur aller eine solche Abweichung möglicher Weise bedingenden Theile gleich Binden umgeben, ohne durch eine zu starke Einschnürung die Wirkung zu hemmen. Unter allen diesen begünstigenden Verhältnissen können deshalb von den Muskeln Maxima von Kraftäußerungen, die uns fast unglaublich scheinen, erreicht werden. Denn krampfhafte Muskelzusammenziehungen sind im Stande, Knochen zu verrenken oder zu zerbrechen und die stärkste Sehne des Körpers, die Achillessehne, zu zerreißen. In dem letzteren Falle vermögen, wie man leicht sieht, die Gastrocnemii und der Soleus allein mehr, als der stärkste Mann mit beiden Armen.

80 Durch seine Muskelkräfte kann der Mensch nach außen hin als Maschine eine größere oder geringere mechanische Wirksamkeit zu Stande bringen. Bei ihm sowohl, als bei den Thieren ertheilt zunächst der Kraftmesser oder das Dynamometer [1]), wenn auch nicht absolute, doch ungefähre Werthe, da die Construction und vorzüglich die Behandlung des Instrumentes, sowie der Zustand der Ruhe oder der Erschlaffung des Individuum bedeutende Unterschiede bedingen. Diese sind im Allgemeinen bei Prüfung der Zug- oder Lendenstärke größer, als bei der Bestimmung der Kraft der Hände. Unter solchen Verhältnissen aber kann man höchstens nur Mittelwerthe, welche einzelne allgemeinere Schlüsse erlauben, erwarten.

81 Mit Vorsicht (von Quetelet) [2]) angestellte Untersuchungen ergeben für die Kraft des Druckes der Hände die in der beifolgenden Tabelle verzeichneten Zahlen. Hier sowohl, als bei den später anzuführenden Beobachtungen über die Lendenstärke wurden von jedem Alter mindestens zehn Individuen geprüft.

---

[1]) Beschreibungen dieses Instrumentes in verschiedenen Modificationen finden sich z. B. in Gehler's physikalischem Wörterbuch. Bd. II. Leipzig. 1826. 8. S. 715.

[2]) A. Quetelet über den Menschen. Stuttgart. 1838. 8. S. 386. Die Werthe sind auf Schweizer Pfund à 500 Grm. reducirt.

Alter in Jahren	Männer. beide Hände zugleich	Männer. rechte Hand allein	Männer. linke Hand allein	Frauen. beide Hände zugleich	Frauen. rechte Hand allein	Frauen. linke Hand allein
6	20,6 ℔	8,0 ℔	4,0 ℔			
7	28,0 »	14,0 »	8,0 »			
8				23,6 ℔	7,2 ℔	5,6 ℔
9	40,0 »	17,0 »	10,0 »	31,0 »	9,4 »	8,0 »
10	52,0 »	19,6 »	16,8 »	32,4 »	11,2 »	9,6 »
11	58,4 »	21,4 »	18,4 »	39,0 »	16,4 »	13,4 »
12	67,2 »	27,8 »	23,4 »	46,0 »	20,2 »	14,0 »
13	79,6 »	33,2 »	30,0 »	53,4 »	22,0 »	16,2 »
14	95,8 »	42,8 »	37,6 »	66,8 »	27,2 »	22,6 »
15	114,2 »	55,6 »	45,2 »	71,2 »	30,0 »	28,2 »
16	127,8 »	64,6 »	53,6 »	75,4 »	34,6 »	33,2 »
17	142,0 »	72,4 »	63,8 »	81,8 »	41,4 »	36,4 »
18	158,4 »	77,2 »	70,0 »	87,2 »	41,4 »	38,0 »
19	158,8 »	70,8 »	70,0 »	89,8 »	43,2 »	39,4 »
20	168,6 »	78,6 »	74,4 »	90,4 »	44,0 »	38,8 »
21	172,8 »	86,0 »	76,0 »	94,0 »	47,0 »	41,0 »
25	177,4 »	88,2 »	80,0 »	100,0 »	49,0 »	43,2 »
30	178,0 »	89,4 »	82,6 »			
40	174,0 »	82,4 »	76,6 »			
50	148,0 »	72,8 »	66,0 »	94,0 »	46,4 »	40,0 »
60	112,0 »	61,0 »	52,0 »			

Diese Data lehren 1) daß ein Knabe von 10 Jahren, dessen mittleres Körpergewicht 52,24 schweizer Pfund beträgt, mit seinen beiden Händen bei möglichster Anstrengung am Dynamometer fast eben so viel Druckkraft, als seine ganze Körperlast erzeugen kann, hervorzubringen im Stande ist. Bis zu 50 Jahren übertrifft immer diese Kraftäußerung das Gewicht des eigenen Körpers, und nur zu 60 Jahren ist das letztere um 19 Pfd. größer. Das Maximum jener Stärke fällt mit dem Maximum der mittleren Körperschwere im dreißigsten Jahre zusammen. Denn das erstere beträgt dann 178 Pfd., das letztere 137,8 Pfd. Bedenken wir aber, daß solche Kraftanstrengungen nur durch einen Theil des Menschen und zwar nur durch eine Parthie des Oberkörpers erzielt werden, so lehrt dieses schon von selbst, auf welche vortheilhafte Weise die mechanischen Momente unseres Organismus eingerichtet sein müssen. 2) Bei dem weiblichen Geschlechte scheint das Maximum der möglichen Kraftanstrengung mit beiden Händen das Körpergewicht nie zu erreichen. Eine 25jährige Frau wiegt im Mittel 110,16 Pfd., bringt aber am Dynamometer nur eine Wirkung von 100 Pfd. hervor. Zu 50 Jahren, wo sie sogar ein mittleres Körpergewicht von 116,90 Pfd. hat, beträgt der Werth am Kraftmesser nur 94 Pfd. Eine 25jährige Frau hat aber nur $^3/_5$ der Kraft eines Mannes von dem gleichen Alter, während das Verhältniß bei 50jährigen Individuen beinahe $^7/_{10}$, bei 9jährigen fast $^4/_5$ beträgt. 3) Vergleichen wir die Verhältnißzahlen der Druckkräfte beider

Hände zu dem Körpergewichte, so ergiebt sich, daß relativ zu diesem der Mann von 18, von 20, von 25 und von 30 Jahren gleich stark ist. Der 40jährige Mann erscheint eben so kräftig als der 19jährige Jüngling, der 50jährige fast eben so stark, als das 12jährige, der 60jährige schwächer, als ein 10jähriges und etwas stärker, als ein 9jähriges Kind [1]). 4) Bei dem weiblichen Geschlechte zeigt sich eine Steigerung der Händekraft, welche in ihrem Maximum zu 25 Jahren noch um $\frac{1}{10}$ von dem Körpergewichte übertroffen wird. Sie vergrößert sich von 8 bis zu 14 Jahren anhaltend, vermindert sich von da bis zu 18 Jahren, also ungefähr während der Pubertätsentwickelung und sogleich nach derselben und vermehrt sich wieder bis zu 25 Jahren. Eine 25jährige Frau aber ist in dieser Hinsicht nur um $\frac{4}{100}$ stärker, als ein 14jähriges Mädchen; eine 50jährige Frau um $\frac{5}{100}$ kräftiger, als ein 13jähriges Kind [1]).

5) Da die meisten Menschen in ihrer rechten Hand mehr Kraft und Geschicklichkeit, als in ihrer linken haben, so versteht es sich von selbst, daß die Werthe der letzteren kleiner, als die der ersteren ausfallen. Allein bei genauerer Untersuchung der in der Tabelle verzeichneten Zahlen ergeben sich auch hier mehrere eigenthümliche Resultate. Im Verhältniß zur linken Hand findet sich bei dem Manne die größte Stärke der rechten zu 6 Jahren = 2,0 und zu 7 Jahren = 1,75; die größte Gleichheit zu 19 Jahren = 1,01. Alle andern Werthe schwanken zwischen dieser Größe und 1,18, welche zu 12 Jahren eintritt. Im Allgemeinen ist also die rechte Hand zwischen 10 bis 60 Jahren $\frac{1}{100}$ bis $\frac{9}{50}$ stärker, als die linke. Das Verhältniß ist bei dem 50jährigen Manne noch das gleiche, wie bei dem 18jährigen Jünglinge, nämlich 1,10; bei dem 60jährigen Individuum dagegen, wie bei dem 10jährigen Knaben = 1,17. Bei der Frau würde immer nach den vorliegenden Durchschnittsdaten die linke Hand der rechten an Kraft bedeutend nachstehen. Denn das Minimum, welches bei 18 und 19 Jahren eintritt, beträgt hier 1,09, das Maximum aber zu 12 Jahren = 1,44. Im Allgemeinen wäre daher bei dem weiblichen Geschlechte die linke Hand $\frac{1}{10}$ bis $\frac{11}{25}$ Mal so schwach, als die rechte. Die 25jährige Frau hat noch denselben Werth, wie die 20jährige und 17jährige, nämlich 1,13; die 50jährige dagegen, wie das 10jährige Mädchen, nämlich 1,16. — 6) Die Summe der beiden Größen, welche von der rechten und der linken Hand allein geliefert werden, ist stets geringer, als die von beiden Händen zugleich hervorgebrachte Druckkraft. Die rechte erreicht bisweilen die Hälfte der letzteren oder kommt ihr mehr

---

[1]) Die Verhältnißzahlen der Druckkraft zu dem Körpergewichte sind in dem Alter von 6 Jahren = 1 : 1,75; zu 7 J. = 1 : 1,43; zu 9 J. = 1 : 1,20; zu 10 J. = 1 : 1,004; zu 11 J. = 1 : 0,95; zu 15 J. = 1 : 0,81; zu 16 J. = 1 : 0,83; zu 17 J. = 1 : 0,80; zu 18, 20, 25 u. 30 J. = 1 : 0,77; zu 19 und zu 40 J. = 1 : 0,79; zu 50 J. = 1 : 0,91 und zu 60 J. = 1 : 1,17. Hiebei habe ich die von Quetelet (a. a. O. S. 363) angegebenen mittleren Körpergewichte zum Grunde gelegt.

[2]) Die Druckkraft verhält sich zum Körpergewichte zu 8 Jahren = 1 : 1,68; zu 9 J. = 1 : 1,44; zu 10 J. = 1 : 1,55; zu 11 J. = 1 : 1,34; zu 12 J. = 1 : 1,32; zu 13 J. = 1 : 1,29; zu 14 J. = 1 : 1,14; zu 15 J. = 1 : 1,16; zu 16 J. = 1 : 1,17; zu 17 J. = 1 : 1,20; zu 18 J. = 1 : 1,21; zu 20 J. = 1 : 1,20; zu 25 J. = 1 : 1,10 und zu 50 J. = 1 : 1,24.

oder minder nahe; bei der linken ist dieses viel weniger der Fall. 7) Bei Handarbeitern steigt die Händekraft um $1/8 - 1/10$. Eben so zeigen einzelne Individuen in dieser Beziehung eine besondere Geschicklichkeit. Bei 13 Malern und Gelehrten dagegen, welche sich zwischen 30 — 50 Jahren befanden, ergab sich am Regnierschen Dynamometer nach Correction der Werthe als Mittelzahl für den Druck 142 Schweizer Pfund (Horner). 8) Nach einigen Erfahrungen endlich zeigen einzelne Wilde eine geringere Kraft, als Europäer (Officiere und Seeleute). In dem Alter von 20 bis 50 Jahren ergaben Engländer 142,8 Pfd., Franzosen 138,4, Wilde aus Neuholland und Trimor dagegen nur 116 Pfd.

Die Kraft des Zuges[1]) fällt natürlich immer bedeutend stärker, als 82
die des Druckes aus. Als Mittelzahlen ergaben sich (Quetelet)[2]):

Alter in Jahren	Zugkraft		Verhältniß der Zugkraft der Frauen zu der der Männer
	Männl. Geschl.	Weibl. Geschl.	
6	40 ℔		
7	54 »		
8		48 ℔	
9	80 »	60 »	1 : 1,33
10	92 »	62 »	1 : 1,48
11	96 »	74 »	1 : 1,30
12	102 »	80 »	1 : 1,28
13	138 »	88 »	1 : 1,57
14	162 »	100 »	1 : 1,62
15	176 »	106 »	1 : 1,66
16	204 »	118 »	1 : 1,72
17	252 »	128 »	1 : 1,97
18	260 »	134 »	1 : 1,94
19	264 »	128 »	1 : 2,06
20	276 »	136 »	1 : 2,03
21	292 »	144 »	1 : 2,05
25	310 »	154 »	1 : 2,01
30	308 »		
40	224 »		
50	202 »	118 »	1 : 1,71
60	186 »		

Streng genommen wären alle diese Werthe noch um das Gewicht des Dynamometers, welches ungefähr 2 Pfd. beträgt, zu vergrößern. Aus ihnen folgt aber, 1) daß zu allen geprüften Lebensjahren und bei beiden Geschlechtern die Zugkraft eine bedeutend stärkere Last, als das Körpergewicht beträgt, zu heben im Stande ist. Bei dem 6jährigen Knaben als dem Minimum verhält sich die Schwere des Körpers zu der durch

[1]) Eine Beschreibung des Gebrauches des Dynamometers, um die Zugkraft zu bestimmen, siehe in Gehlers physikal. Wörterbuche Bd. II. S. 718.

[2]) Quetelet a. a. O. S. 383.

den Zug möglicher Weise hebbaren Last = 1 : 1,10; bei dem 25jährigen Manne, wo das Maximum eintritt, = 1 : 2,27. Ein 40jähriger Mann hat beinahe dieselbe relative Zugkraft, wie ein 10jähriger Knabe; ein 60jähriger dagegen eine noch etwas bedeutendere, wie ein 7jähriges Kind. Ein 14jähriger Knabe kann gerade das Doppelte von dem, was er wiegt, ziehen [1]). Die Frau dagegen erreicht nie diesen Werth. Ihr Maximum beträgt zu 11 Jahren 1,40 und nächstdem zu 25 Jahren 1,39. Sonst hält sich ihre relative Zugkraft in ziemlich engen Grenzen, nämlich in dem Alter von 8—29 Jahren zwischen 1,20 und 1,32. Die 50jährige Frau aber erlangt das Minimum 1,009 [2]). In dem Alter zwischen 19 und 25 Jahren hat der Mann ungefähr eine doppelt so große Lendenstärke als die Frau. Zu 50 Jahren ist das Verhältniß beinahe dasselbe wie zu 16 Jahren, nämlich 1,7. Der 9jährige Knabe ist schon um $^1/_3$ stärker als das 9jährige Mädchen. Der geringste Unterschied, nämlich $^7/_{25}$, tritt zu 12 Jahren ein. 2) Es versteht sich von selbst, daß auch hier nach der Natur und dem Gebrauche des Dynamometers, nach der Uebung und den anderen bei der Druckkraft der Arme angeführten Momenten Verschiedenheiten erscheinen werden. Mit Regnier's Dynamometer ergaben sich zum Theil noch größere absolute Werthe, als Quetelet mit seinem Instrumente später erhalten hat. Bei 13 Gelehrten und Malern zwischen 30 und 50 Jahren fanden sich nach Correction der Skale im Durchschnitt 352 schweizer Pfund (Horner). Während es Engländer in diesem Falle sogar bis auf 476 Pfd. und Franzosen bis auf 442 Pfd. brachten, erreichten die neuholländischen und timorischen Wilden nur 330 Pfd. (Péron). Bei Versuchen, welche mit dem Kraftmesser von Muncke angestellt worden, zeigten sich, wenn der eine Fuß in dem Halter des Dynamometers stand und an diesem mit beiden Händen in wenig gebückter Stellung gezogen wurde, bei einem 46jährigen Gärtner 189 Pfd., bei einem 34jährigen Instrumentenmacher 219 Pfd. und bei einem 51jährigen Gelehrten 235 Pfd. (Muncke) [3]). Man sieht aber hieraus, daß die absoluten Werthe nach den Verschiedenheiten des Kraftmessers, der Individuen, der Anfassungsweise und der in Thätigkeit gesetzten Kraftanstrengung in sehr hohem Grade variiren und daß so nur die relativen Zahlen einer und derselben mit Vorsicht angestellten Versuchsreihe brauchbare, sichere Zahlen geben.

---

[1]) Die Proportion des Körpergewichtes zur Zugkraft ist bei dem männlichen Geschlechte zu 6 Jahren = 1 : 1,10; zu 7 J. = 1 : 1,33; zu 9 J. = 1 : 1,66; zu 10 J. = 1 : 1,76; zu 11 J. = 1 : 1,72; zu 12 J. = 1 : 1,64; zu 13 J. = 1 : 1,95; zu 14 J. = 1 : 2,00; zu 15 J. = 1 : 1,89; zu 16 J. = 1 : 1,91; zu 17 J. = 1 : 2,19; zu 18 J. = 1 : 2,12; zu 19 J. = 1 : 2,08; zu 20 J. = 1 : 2,12; zu 25 J. = 1 : 2,27; zu 30 J. = 1 : 2,23; zu 40 J. = 1 : 1,77; zu 50 J. = 1 : 1,49 und zu 60 J. = 1 : 1,42.

[2]) Bei dem weiblichen Geschlechte ist das Verhältniß zu 8 Jahren = 1 : 1,20; zu 9 J. = 1 : 1,33; zu 10 J. = 1 : 1,27; zu 11 J. = 1 : 1,40; zu 12 J. = 1 : 1,30; zu 13 J. = 1 : 1,27; zu 14 J. = 1 : 1,31; zu 15 J. = 1 : 1,28; zu 16 J. = 1 : 1,32; zu 17 J. = 1 : 1,30; zu 18 u. zu 20 J. = 1 : 1,26; zu 25 J. = 1 : 1,39 u. zu 50 J. = 1 : 1,009.

[3]) **Gehler's physikalisches Wörterbuch Bd. II. S. 722**, wo auch der Muncke'sche Kraftmesser beschrieben ist.

Auf meine Veranlassung bestimmten fünf der besten und stärksten Turner unter den hiesigen Studirenden die Maxima, welche sie in die Höhe heben können. Es ergab sich hierbei in schweizer Pfd. = ½ Kilogr.

Individuum	Alter	Eigene Körperschwere des Individuums	Aufgehobene Last.		
			Mit gestrecktem Arme	Mit einem Arme	Mit beiden Armen, ungefähr 2′ hoch
K.	21⅚ Jahr	148 ℔	45—50 ℔	275—300 ℔	350—400 ℔
Kn.	21 »	123 »	40 »	200 »	300 »
L.	19$\frac{7}{12}$ »	152 »	45—50 »	300 »	350—400 »
S.	20½ »	133 »	40 »	200 »	300 »
Z.	23$\frac{7}{12}$ »	140 »	40 »	200 »	300 »
Mittel	21$\frac{3}{10}$ »	139,2 ℔	43 »	237,5 »	330 »
		69,6 Kil.	21,5 Kil.	118,75 Kil.	165 Kil.

Hieraus folgt zunächst, daß diese fünf Individuen im Durchschnitte besser genährt waren, als sich den Mittelzahlen nach erwarten ließe. Im Mittel wiegt ein Mann von 20 Jahren 65,00 Kilogr., ein solcher von 25 Jahren 68,29 Kilogr., mithin ein solcher von 22,5 J. 66,645 Kilogr. und daher ein solcher von 21,3 J. 63,090614 Kilogr. Wir haben aber als mittleres gefundenes Gewicht der fünf Studenten 69,6 Kilogr., mithin 6,5 Kilogr. = 13 schweizer Pfund mehr. Legen wir das mittlere Körpergewicht derselben als Einheit zum Grunde, so haben die fünf jungen Männer im Durchschnitt bei der Streckung 3,23721 Mal weniger, mit einem Arme 1,706178 Mal und mit beiden Armen 2,37069 Mal mehr, als ihre Körperlast ausmachte, heben können. 3) Die Zugkraft von Pferden überhaupt erreichte nur 820 Pfd. und die eines Miethkutscherpferdes 1050 Pfd. schweizer Gewicht (Regnier). Schlagen wir nun das Körpergewicht eines Pferdes auf 5½ Centner (1 schweizer Centner à 100 Pfd.) = 550 Pfd. an, so würde es bei dem Maximum seiner Anstrengung noch nicht das Doppelte seines Körpergewichtes erreichen, während nach Quetelet ein 25jähriger Mann, abgesehen von dem noch hinzukommenden Gewichte des Dynamometers, 2,27 Mal so viel, als er wiegt, zu ziehen im Stande ist. Allein der Annahme, daß der Mensch relativ mehr Zugkraft als ein Pferd besitze, stehen einerseits die veränderten Verhältnisse bei beiden Geschöpfen und vorzüglich der Umstand, daß die Thiere, sobald der Widerstand sehr groß ist, nie das Maximum ihrer möglichen Kraftäußerung, wie der durch seinen Willen geleitete Mensch, anwenden, entgegen.

In allen Lagen drückt der Mensch, gleich allen anderen Körpern, mit 83
einer seinem Gewichte entsprechenden Größe auf die Unterlage, auf welcher er sich befindet. Bei ruhigem Stehen geschieht dieses durch die Fußsohlen. Hat daher der Boden nicht Tragkraft genug, so brechen wir durch. Gesetzt ein Mensch, der ein Körpergewicht von 130 Wiener Pfund besitzt, steht auf einem an beiden Enden hinreichend unterstützten und sonst

schwebenden Brette von Weißtannenholz, das eine Länge von 12 Fuß und eine Breite von 5 Zoll hat, in der Mitte ganz ruhig, so wird er diese Unterlage eben so sehr belasten, als wäre sie nur an einem Ende befestigt, hätte eine bloße Länge von 72 Zoll und würde an ihrem freien Ende durch ein Gewicht von 65 Pfd. gezogen. Bezeichnen wir nun diejenige Dicke des Brettes, bei welcher der Mensch eben noch getragen werden müßte, mit x, so haben wir[1]), da die relative Festigkeit des Weißtannenholzes = 2318 ist, $\frac{5x^2}{72} \times 2318 = 65$ und daher $x = \sqrt{\frac{65 \times 72}{5 \times 2318}}$ Zoll = 0,63545 Zoll. Ein Brett von Rothbuchenholz würde mit einer relativen Festigkeit von 3989 für x = 0,48440 Zoll und eine Schiene von dunkelgrauem Gußeisen mit 5701 relativer Festigkeit x = 0,405290 Zoll geben. Bei dem Aufsteigen auf ein so langes und dünnes Brett wird aber der Mensch um so eher einbrechen, als durch das Auftreten der Druck vergrößert wird. Bei dem Gehen und Laufen ruht die Last des übrigen Körpers momentan auf dem stützenden Beine. Dieses wird aber dann in seinen Gelenken durch die Muskeln steif erhalten, so daß es wie ein unterstützender Stab wirkt. Auf ähnliche Art können wir mehrere Minuten auf einem Beine stehen. Allein indem allmälig die Strecker erschlaffen, knicken das Fuß- und besonders das Kniegelenk ein. Das Gleiche sehen wir bei schwachen und kranken Personen, deren Schenkelmuskeln der Körperlast unterliegen. Aehnliche Verhältnisse finden sich bei Menschen, die sich wegen eines Leidens der einen unteren Extremität einer Krücke bedienen müssen. Ist das eine Bein außer Stande, den Boden zu berühren, so muß in dem Momente, wo der gesunde Fuß bei dem Vorausschreiten schwebt, der stützende Stock die Körperlast aushalten können. Je schneller aber ein solches Individuum geht und je rascher es dabei den Körper hebt und senkt, um so mehr wird der die Stütze treffende Druck durch die wiederholte Fallgeschwindigkeit vergrößert, daher dann der Stock der Gefahr des Zerbrechens eher ausgesetzt ist. Gebraucht ein Mensch zwei Krücken, so wird die Last natürlicher Weise vertheilt, so daß die einzelnen Stäbe weniger tragen.

Das scheinbar einfache Problem, die Tragkraft einer solchen Krücke mathematisch zu bestimmen, stößt noch auf einige Schwierigkeiten, weil die für solche Fälle angegebenen Formeln und Werthe, wie mir scheint, nicht correspondiren. Halten wir uns an den für das Zerknicken von Stäben angenommenen Ausdruck (Euler und Eytelwein)[2]), so hat man, wenn a die Länge, b die Breite, h die Dicke, q die auszuhaltende Last und $\pi^2 e^2$ der Werth der rückwirkenden Festigkeit ist, $\frac{a^2 q}{b h^3} = \pi^2 e^2$. Da aber bei einem runden Stabe, wie er zu Krücken gebraucht wird, b = h ist, so haben wir $\frac{a^2 q}{h^4} = \pi^2 e^2$, folglich $q = \frac{h^4 \pi^2 e^2}{a^2}$. Allein gebraucht man für diese Formel die von Eytelwein selbst angegebenen Werthe[3]), so kommt man auf viel größere Endzahlen, als

[1]) Baumgartner die Mechanik S. 197.

[2]) A. Eytelwein Handbuch der Statik fester Körper. Zweite Auflage. Bd. II. Berlin. 1832. 8. S. 443.

[3]) Ebendaselbst S. 368.

die Erfahrung bestätigt. Gesetzt, der Stab einer von Weißtannenholz verfertigten Krücke sei 50 Zoll lang und habe 1 Zoll im Durchmesser, so finden wir nach Eytelwein $48\,e^2 = 7751320$ ℔. Es ist mithin $\pi^2 e^2 = 1593800$ und daher $q = \frac{1593800}{2500} = 637{,}52$ ℔. Ich kann mir nur denken, daß dieser Werth für das Zerknicken in senkrechter und nicht in schiefer Richtung gilt und deshalb so groß ausfällt. Gebrauchen wir aber die bei Bauten für die Tragkraft von Säulen angewandte Formel [1]), so haben wir, wenn d der Durchmesser des cylindrischen Stockes, h die Länge desselben, f die relative Festigkeit des Holzes für 1 Cubikzoll Querschnitt in preußischen Pfunden ausdrückt und e der Coefficient der rückwirkenden Festigkeit ist, für das die Stütze zerdrückende Gewicht $g = \frac{f d^4}{1{,}6\,d^2 + 2{,}4\,h^2 e}$. Für das weiße Tannenholz ist $f = 3735$ und $e = 0{,}00198$. Es ergiebt sich daher bei den oben angegebenen Dimensionen der Krücke $g = \frac{3735}{1{,}6 + 2{,}4 \times 2500 \times 0{,}00198}$ $= 277{,}0771$ preuß. Pfund $= 259{,}0671$ schweizer Pfund $= 129{,}5335$ Kilogr. Wiegt nun ein Amputirter z. B. 115 schweizer Pfund, so wird die Krücke, so lange sie neu und stark ist, 2,252757 Mal oder ungefähr $2\frac{1}{4}$ Mal so viel, als seine Körperlast ausmacht, tragen. Für das rothe Tannenholz ist $f = 4415$ Pfd. und $e = 0{,}00213$; für das Buchenholz $f = 2428$ Pfd. und $e = 0{,}00175$. Bei den obigen Durchmessern hält daher der Krückenstab von rothem Tannenholze bis 307,0236 preuß. Pfund $= 287{,}06706$ schweizer Pfund $= 143{,}53353$ Kilogr. und ein solcher von Buchenholz 200,6611 preußische Pfund $= 187{,}6203$ schweizer Pfund $= 93{,}81015$ Kilogr. aus. Eine Krücke von rothem Tannenholze trägt daher bis sie im Stabe bricht, bei dem oben angenommenen Körpergewichte von 115 schweizer Pfund 2,49623 oder ungefähr $2\frac{1}{2}$ Mal so viel, eine solche von Buchenholz nur 1,631481 oder nur $1\frac{1}{2}$ Mal so viel, als die Körperlast beträgt, aus. Der Nutzen eines solchen Unterstützungsmittels von Buchenholz verhält sich zu dem eines gleichen von weißem Tannenholz $= 1 : 1\frac{1}{2}$ und dem eines gleichen von rothem Tannenholze $= 1 : 1\frac{2}{3}$. Daher sehen wir auch nicht selten, daß bei Individuen der ärmeren Volksklassen, welche sich Krücken von weicheren Holzarten bedienen, wenn diese graciler gebaut sind, bei ruhigem Stehen keine auffallende Biegung des Stockes resultirt, während eine solche bei dem Gehen auf deutliche Weise eintritt. Bei dem Gebrauche von zwei Krücken aber fehlt dieses Phänomen natürlich wiederum. Da das Schmiedeeisen $f = 18315$ und $e = 0{,}00071$ hat, so wird ein Eisencylinder von 1,5 Zoll Länge 0,2 Zoll Durchmesser $\frac{18315 \times (0{,}2)^4}{1{,}6 \times (0{,}2)^2 + 2{,}4 \times (1{,}5)^2 \times 0{,}00071} = 431{,}9948$ oder 432 preuß. Pfund, d. h. er wird noch bedeutend mehr tragen, als der stärkste der oben berechneten Stäbe. Hieraus erhellt aber, wie man, um den Gang von Amputirten im Winter sicherer zu machen, an dem unteren Ende des Stockes einen viel dünneren Nagel einlassen kann, ohne der Stärke der Unterstützung im geringsten zu schaden, oder wie man, um das übermäßige Zerreiben der Kleider zu vermeiden, zwischen dem halbmondförmigen Achselstücke und dem Stabe der Krücke einen viel dünneren Eisenstab einzuschalten vermag. Zugleich folgt aus den obigen Daten, daß die Form der Krücken, bei welchen zwei nach unten convergirende Stäbe in ein einfaches Endstück zusammenlaufen, vortheilhafter, als der Gebrauch eines einzelnen Stockes ist. Nur darf dann das Gewicht nicht zu groß ausfallen. Denn auch dieses ist außer der Festigkeit des Materiales zu berücksichtigen, da das Individuum bei dem Vorschreiten mit der Krücke die Last derselben zu tragen hat und um so eher ermüdet, je schwerer diese ausfällt. Bei den obigen Dimensionen z. B. wird der Stock aus rothem Tannenholze (spec. Gewicht $= 0{,}498$) 20,23 Loth und der aus weißem Tannenholze (spec. Gewicht $= 0{,}55$) 22,34 Loth und der aus Buchenholz (spec. Gew. $= 0{,}85$) 34,54 Loth wiegen. Es hat also auch in dieser Hinsicht das Rothtannenholz den bedeutendsten Vorzug, das Buchenholz den größten Nachtheil. Nehmen wir aber an, daß ein Stab, wenn er für das senkrechte Einknicken eine 4 Mal so große Festigkeit, als das Körpergewicht beträgt, hat, eine sehr sichere Krücke bildet, so finden wir, wenn k das Körpergewicht, a die Länge und e die absolute Elasticität des angewandten Holzes ist,

---

[1]) Gehler's physikalisches Wörterbuch Bd. II. S. 163.

da $q = \frac{h^4 \pi^2 e^2}{a^2}$, für den nothwendigen Durchmesser der Krücke h,

$$\log. h = \frac{(\log. 4 + \log. k + 2 \log. a) - (2 \log. \pi + 2 \log. e)}{4}$$

Gesetzt, ein Amputirter habe eine Krücke von 50 Zoll Länge nöthig und wiege 115 Pfd., so muß daher der Stab, wenn er mit vollkommenster Zuverlässigkeit stützen soll und aus Weißtannenholz verfertigt ist, da hier $\pi^2 e^2 = 1593800$, einen Diameter von 0,921650 Zoll haben.

84 Durch seine Muskelkräfte **wirkt der Mensch** auf vielfache Weise **maschinenartig** nach außen. Der Grad dieser Thätigkeit wird, so weit sie von dem Individuum selbst ausgeht, und nicht durch äußere Verhältnisse gestört oder befördert wird, bei Gleichheit des Willens von der Kräftigkeit der Muskeln und der andern wirksamen Theile, und von der Mannigfaltigkeit der Beschäftigung oder, was dasselbe ist, von dem Wechsel von Arbeit und Ruhe in den einzelnen Muskeln abhängen. Dieses bedingt auch, daß der Mensch nie, selbst die Gleichheit des Willens vorausgesetzt, den gleichförmigen Gang einer Maschine vollkommen beobachten kann, sondern daß seine wirksamen Theile momentan abgenutzt, d. h. schwach werden und sich nach einiger Zeit der Unthätigkeit von selbst wieder repariren. Will man daher durch menschliche Arbeit das Maximum des größtmöglichen Nutzeffectes längere Zeit hindurch erreichen, so darf man nie die größtmögliche oder eine sehr große Kraftanstrengung in Anspruch nehmen, sondern muß nur bescheidene Forderungen stellen, um durch die größtmögliche Dauer eines mäßigen Quantum von Kraft, das aber anhält, mehr zu empfangen, als durch eine momentane außerordentliche Wirkung. Denn im Allgemeinen steht hier die Quantität des Effectes, sobald dieser einen gewissen Grad überschreitet, mit der Zeitdauer der Erzeugung desselben in umgekehrtem Verhältnisse. Außerdem sind noch der Mensch und das Thier bei allen diesen Arbeiten variable Maschinen, welche durch Instinct oder Willen die Stellung ihrer wirksamen Apparate auf eine dem beabsichtigten Nutzeffecte entsprechende Art jeden Augenblick abändern. Gewohnheit und Uebung bedingen endlich die wesentlichsten Modificationen der so möglichen Kraftäußerungen.

85 Zuvörderst wirken wir bei allen unseren Thätigkeiten für unsere eigene Körperlast oder für Theile derselben als Locomotive. Da unser Skelett ohne Muskeln zusammenfiele, so muß bei jeder Stellung, welche nur nicht die horizontal ausgestreckte einer Leiche ist, eine größere oder geringere Parthie unserer Muskeln Gewichte von Skelettheilen befestigen. Jede Bewegung ist von dem Heben oder dem Senken einer Last begleitet. Wenn wir gehen, laufen, springen u. dgl., so bewegen wir unsere eigene Körperlast um eine entsprechende Distanz weiter fort. Die Größe der letzteren wird aber von der Schnelligkeit der Bewegung und diese wiederum von der Kräftigkeit und dem Willen des Individuums, so wie dem Quantum des äußeren Widerstandes, das sich entgegensetzt, abhängen. Daher geht ein starker Mensch schneller, als ein schwacher, ein laufender stärker, als ein gehender, ein unbelasteter rascher, als ein belasteter. Deshalb können wir uns in der Luft schneller, als im Wasser, auf ebenem Boden leichter als

auf ansteigendem und auf absteigendem rascher als auf ebenem fortbewegen. Auf weichem endlich, auf dem wir einsinken, wird unsere Geschwindigkeit gehemmt, weil wir in jedem Momente, in dem wir das eine Bein als Stütze gebrauchen, in die Unterlage eindringen und so später, um dasselbe wieder empor zu heben, ein Quantum von Zeit unnütz verlieren. Aus demselben Grunde geht ein Hinkender, selbst wenn sein Fuß die gehörige Beweglichkeit und Kraft hat, langsamer, als sich unter sonst gleichen Verhältnissen ein Mensch mit gesunden Extremitäten fortbewegt.

Ein unbelasteter Mensch legt im Durchschnitt bei nicht sehr angestrengtem anhaltenden Gehen auf ungefähr horizontalem ebenen Boden in 8 Stunden 4 — 5 Meilen oder 96000 bis 120000 Fuß zurück. Nehmen wir 4½ Meilen = 108000 Fuß für 8 Stunden = 480 Minuten = 28800 Secunden an, so trägt er dann unter Voraussetzung einer gleichförmig anhaltenden Bewegung seine eigene Körperlast plus der seiner Bekleidung mit einer Geschwindigkeit, die für 1 Minute 225 Fuß und für 1 Secunde 3,75 Fuß beträgt. Es versteht sich übrigens von selbst, daß diese Mittelzahl unter einzelnen vorkommenden Verhältnissen nach beiden Seiten hin bedeutend überschritten werden kann. Nimmt man z. B. für langsames Gehen nur eine Geschwindigkeit von 1 Fuß in einer Secunde an, so würde ein solches Individuum, wenn es das Gehen 8 Stunden lang fortsetzte, dann nur 1,2 Meilen durchlaufen. Ein rascher Fußgänger macht eine Meile in einer starken Stunde. Setzen wir daher für 24000 Fuß 70 Minuten voraus, so würde er mit einer Geschwindigkeit von 5,714 Fuß für die Secunde laufen. Hätte er nur eine solche von 5 Fuß, so würde er zu einer Meile 1 Stunde 20 Minuten brauchen. Der Soldat bietet im Durchschnitt bei seinen Bewegungen folgende Verhältnisse dar (Ch. Dupin)[1]:

	Länge des Schrittes in Centimetern	Zahl der Schritte in der Minute
Gewöhnlicher Schritt	65	76
Geschwinder Schritt	65	100
Sturmschritt		125.

Er macht daher in einer Minute im gewöhnlichen Schritte 4940 Centimeter und im Geschwindschritte 6500 Centimeter durch und hat auf diese Art im ersteren Falle eine Schnelligkeit der Bewegung von 0,823 Meter = 2,74 schweizer Fuß = 2,63 preuß. Fuß, im letzteren dagegen eine solche von 1,083 Meter = 3,61 schweizer Fuß = 3,45 preuß. Fuß für die Secunde. Geübte Läufer können diese Geschwindigkeitsgrößen in hohem Grade vervielfachen. Cootes z. B. lief 1000 englische = 214,3 Meilen à 24000 preuß. Fuß in 100 Stunden und verlor dabei 28 Pfd. an Körpergewicht. Seine Schnelligkeit für 1 Secunde betrug daher 14,28666 preuß. Fuß. West legte sogar 480 englische Fuß in 16 Secunden, mithin in einer Secunde 30 englische = 29,133 preuß. = 30,47 schweizer Fuß zurück. Der letztere Werth übertrifft den der stärkeren Thiere be-

[1]) Quetelet über den Menschen S. 399.

deutend. Ein unbelastetes Pferd z. B. kann im stärksten Trott 8 Stunden des Tages mit einer Geschwindigkeit von 10 Fuß für die Secunde aushalten und läuft dann 12 Meilen. Ein Militairpferd hat im Paradeschritt eine Schnelligkeit von 4 Fuß, im gewöhnlichen Marschschritt eine von 4,8 Fuß, im Trab eine solche von 13,3 und im Galopp eine solche von 26,6 Wiener Fuß [1]). Fährt die Post in 3/4 Stunden eine Meile, so geht sie 2,37037 Mal so rasch, als ein mäßiger und 1,55563 Mal so schnell, als ein kräftiger und geübter Fußgänger. Ein englisches Rennpferd macht 41,3, eine Brieftaube 95,2 Fuß, ja sogar vielleicht bis 141 Fuß in der Secunde [2]). Legen wir für einen Manne, der gut läuft, eine mittlere Geschwindigkeit von 5 Fuß zum Grunde, so wird ein guter Schlittschuhläufer 7,2 Mal, einer der besten englischen Renner 16 Mal, ein Windhund 16,1 Mal, ein Dampfwagen 10—16 Mal und ein Dampfboot 3,5 bis 5,6 Mal so schnell fortkommen. Die zwischen Straßburg und Paris angelegte Telegraphenlinie wird 726 Mal so schnell signalisiren. Da endlich ein Kupferdraht die Electricität mit einer Geschwindigkeit von 200,000 Meilen für die Secunde leitet (Wheatstone) [3]), so würde, abgesehen von dem Aufenthalte auf den Stationen, die Bewegung eines Menschen nur $1/_{960000000}$ der Schnelligkeit eines solchen Communicationsmittels betragen. Bei einer bloßen Geschwindigkeit von 58600 Meilen [4]) würde der Bruch $1/_{281280000}$ ausmachen. Die Bewegung des Lichtes (= 41200 geogr. Meilen) verhält sich zu der des Menschen = 197760000 : 1. Eine Schnecke schreitet, wenn wir selbst die Geschwindigkeit des Letzteren nur zu 3,75 Fuß für die Secunde anschlagen, 750 Mal, ein Faulthier (wenn dessen Schnelligkeit wahrhaft nur $1/_{300}{}'$ beträgt) sogar 1250 Mal langsamer, als wir bei mäßigem Gange vorwärts.

86 Da wir bei dem Gehen das Gewicht unseres Körpers und unserer Kleider forttragen, bei sonst gleichen Verhältnissen aber die Geschwindigkeit mit der Größe der Last vermindert wird, so folgt daraus, daß ein Mensch, der in irgend einer Hinsicht viel trägt, langsamer, als ein weniger belastetes Individuum fortkommen wird. Daher schon deshalb magere Individuen besser laufen, als fette. Daher die größten Läufer nie ein zu starkes Knochensystem darbieten. Daher endlich eine zu bedeutende Belastung durch Kleider, Waaren oder andere Dinge der Schnelligkeit der Bewegung in den Weg tritt. Ein kräftiger Mann, der 140 schweizer Pfund = 70 Kilogr. wiegt, legt (nur bekleidet und sonst) unbelastet auf ebenem horizontalen Boden im Durchschnitt 4 Meilen in 8 Stunden zurück. Das mechanische Moment ist daher $140 \times 4 = 560$. Wird er dagegen mit 50,4 Pfd. belastet, so geht er nur 2 Meilen in 6 Stunden [5]). In diesem Falle beträgt das Bewegungsmoment $(140 + 50,4) \times 2 = 380,8$. Es ist

---

[1]) A. Baumgartner die Mechanik ꝛc. S. 5. 6.

[2]) E. L. Schubarth Sammlung physikalischer Tabellen. Berlin. 1836. 8. S. 22.

[3]) Dingler's polytechnisches Journal Bd. 82. Stuttgart 1841. S. 23.

[4]) Wheatstone in Baumgartner's Naturlehre S. 525.

[5]) A. Baumgartner die Mechanik ꝛc. S. 226. 27.

mithin durch eine Belastung von 50,4 Pfd. 179,2 an mechanischem Momente verloren gegangen. Ließe sich voraussetzen, daß dieser Verlust für jeden Gewichtstheil der gleiche wäre, so betrüge es für 1 Pfd. $= \frac{179,2}{50,4} = 3,5555$. Da nun bei einer Last, die ein Mensch heben, nicht aber forttragen kann, der Verlust an Bewegungsmoment dem mechanischen Momente des unbelasteten Menschen gleich sein muß, so wird jene hier $\frac{560}{3,5555} = 157,5$ Pfd. $= 78,75$ Kilogr. betragen. Zu gleicher Zeit ergiebt sich, daß ein solches Individuum noch ohne Vermehrung der Anstrengung eine Last von 50,4 Pfd. in 8 Stunden 2,66 Meilen weit wird tragen können. Denn in diesem Falle wäre das mechanische Moment $= 506,464$. Die Erfahrung lehrt, daß mit Vergrößerung der Last die Verzögerung der Geschwindigkeit mehr, als in einer einfachen Progression zunimmt. Ein Mann, dessen Körpergewicht wiederum zu 140 Pfd. angeschlagen werden kann, trägt in 8 Stunden[1]):

	Last.	Weg.	Mechanisches Moment.	p.
I.	8,624 ℔	7,2 Meilen	1070,0928	7,2
II.	19,60 »	5,4 »	861,8400	6,7
III.	34,944 »	3,6 »	629,7984	6,1
IV.	54,32 »	1,8 »	349,7760	5,5

p bezeichnet die Wegstrecken, welche zurückgelegt werden müßten, wenn sie mit den Lasten in einfachem umgekehrten Verhältnisse ständen. Ein Mensch, der 126 — 122 Pfd. trägt, geht 5 Mal so langsam, als wenn er unbelastet ist (Coulomb).

Die Größe der Anstrengung n, welche ein Mensch anwendet, um eine Last fortzutragen, gleicht dem mechanischen Momente des unbelasteten Körpers $= m$ minus dem in Pfunden z. B. ausgedrückten Gewichte der Last $= g$ multiplicirt mit dem Coefficienten des Verlustes an Bewegungsmoment, der auf 1 Pfd. kommt $= r$, also $n = m - gr$. Setzen wir nun in dem obigen Beispiele, wo $m = 560$ und $r = 3,5555$ ist, $g = 60$ Pfd., so haben wir für diese Last eine Anstrengung $n = 560 - 3,5555 \times 60 = 346,67$. Der Nutzeffect e gleicht aber der Größe der Anstrengung, multiplicirt mit der Last und dividirt durch die Summe des Körpergewichtes $= k$ und der Last; folglich $e = n\frac{g}{k+g}$. Mithin haben wir in dem angeführten Beispiele $e = 346,67 \times \frac{60}{140+60} = 104,001$. Nun wurde die Arbeitsdauer zu 8 Stunden angenommen und bei der Berechnung des Bewegungsmomentes die Meile als Einheit zum Grunde gelegt. Wir 87

[1]) Schulze ebendaselbst S. 356.

haben daher für 1 Stunde und 1 Meile $= \frac{104,001}{8} = 13,00$ und für 1 Secunde und 1 Meile $= \frac{13,00}{3600} = 0,0036$ Nutzeffect; mithin für 1 Secunde und 1 Fuß $0,0036 \times 24000 = 86,4$ Pfd. = 43,2 Kilogr. Natürlicher Weise wird mit Erhöhung der Last der momentane Nutzeffect steigen, sich jedoch wegen leichter eintretender Ermüdung, sobald das Gewicht eine gewisse Grenze überschreitet, für die Dauer verringern. Im Mittel betrachtet man in dieser Hinsicht als den größten Nutzeffect eines kräftigen Arbeiters 68 bis 78 Pfd. = 34 bis 39 Kilogr. für 1 Fuß und 1 Secunde. Bei 45 Pfd. Belastung beträgt noch der Nutzeffect 81,081 Pfd., bei 35 Pfd. dagegen nur 72,593 Pfd., mithin ungefähr das Mittel aus 68 und 78 Pfd., welches 73 Pfd. gleicht.

88 Wenn der Mensch seine eigene Körperschwere oder diese und eine bestimmte Last auf einem ansteigenden Wege zu tragen hat, so treten aus zwei Ursachen andere Verhältnisse, als bei der ebenen horizontalen Straße ein. 1) Der Weg selbst wird verhältnißmäßig länger. Denn denken wir einen Punkt an dem Anfange des aufsteigenden Weges, einen anderen dagegen an dem anzulangenden Endziele, ziehen von dem ersteren eine horizontale und von dem letzteren eine senkrecht absteigende Linie, so wird diese an jener die Länge eines horizontal gedachten Weges, dessen Ende mit dem zu erreichenden Endziele in Einer Senkrechten liegt, abschneiden. Die letztere wird aber die eine Kathete, der aufsteigende Weg die Hypothenuse des so entstehenden rechtwinkligen Dreieckes bilden. Mithin wird dieser größer, als die horizontal gedachte Bahn sein, die Größe des Unterschiedes wird aber durch die Größe des aufsteigenden Winkels bestimmt werden. Bezeichnen wir den ansteigenden Weg mit h, den Neigungswinkel, mit welchem er emporgeht, mit φ und die gerade gedachte Bahn mit k, so wird $k = h \cos \varphi$ sein. Es wird mithin die Verlängerung mit der Größe des Winkels zunehmen. Wäre es möglich, an einer senkrechten Wand emporzugehen, so würde $h = o$ werden und daher der Unterschied der ganzen Größe k gleichen. Wir haben relativ einen um so längeren Weg zu machen, je steiler derselbe ist. Er fällt auch größer bei einer mehr senkrecht angestellten Leiter, als bei einer mehr geneigten Treppe aus. 2) Gehen wir bergauf, so sucht uns unsere Eigenschwere bergab zu führen. Wir müssen daher nicht nur, wie auf ebenem Wege unsere Körperlast und unsere Kleider forttragen, sondern auch noch diesen Widerstand überwinden. Es ist daher eben so, als sei unter Körper mit einer Last, welche einem der Größe dieses Widerstandes entsprechenden Gewichte entspricht, beschwert. Dieses letztere wird aber wiederum um so bedeutender ausfallen, je größer der Neigungswinkel der Bahn ist. Wir gehen daher um so schwerer, je steiler der Berg ist. Ein solcher wird aber schon für die Dauer mehr oder minder beschwerlich, wenn er unter 5^0 bis 6^0 ansteigt. Wir kommen an einer Leiter schwerer, als auf einer Treppe empor. Das Maximum, bei welchem wir, ohne uns unaufhörlich anhalten zu müssen, hinauf gehen können, entsteht natürlich

bei einer Neigung der Leiter von 90°. Denn ist der Neigungswinkel stumpf, so müssen wir uns natürlich in jedem Momente mit den Armen befestigen. Bezeichnen wir aber das Gewicht, welches dem durch die Schwere entstehenden Widerstande entspricht, mit g, das Körpergewicht des Menschen mit k, die Länge des ansteigenden Weges mit l und die Höhe desselben, wenn der Neigungswinkel φ ist, $= l \sin. \varphi$ mit h, so ist $g = \frac{kh}{l}$ oder $k \sin. \varphi$. Ist z. B. $k = 140$ Pfd., $h = 1000$ Fuß und $l = 3000$ Fuß, so ist $g = \frac{140 \times 1000}{3000} = 46{,}66$ Pfd. $= 23{,}33$ Kilogr. Geht nun das Individuum z. B. auf ebenem Wege mit einer Geschwindigkeit von 3,7 Fuß für die Secunde, so beträgt bei einem Körpergewichte von 140 Pfd. sein mechanisches Moment 518. Nehmen wir nun für je 1 Pfd. Ueberlastung 3,5555 an, so wird derselbe Mensch, wenn er den als Beispiel gewählten Berg ansteigt, ein Bewegungsmoment von $518 - 3{,}5555 \times 46{,}66 = 352{,}11$ haben, mithin den Weg nur mit einer Geschwindigkeit von 1,8863 Fuß in der Secunde emporgehen können. Ein Mann steigt auf einer gewöhnlichen Treppe, die ⅓ so lang, als hoch ist, in jeder Minute 44 Fuß, mithin in jeder Secunde 0,66 Fuß, hält aber dieses des Tags über nicht länger, als 3½ Stunden aus (Coulomb). Es läßt sich auch durch Berechnung nachweisen, daß eine vierstündige Arbeit der Art den mittleren möglichen Nutzeffect eines kräftigen Individuums übersteigen würde (Baumgartner)[1]. Macht er dagegen in der Minute nur 16 Fuß, also in jeder Secunde bloß 0,266 Fuß, so vermag er 8 Stunden lang auf diese Weise thätig zu sein, hält es jedoch nur einen Tag lang aus. Ein unbelasteter Mensch, der auf ebenem Boden geht, kann in einem Tage eine Kraftgröße der Fortbewegung von 7000 Pfd. auf 1 Kilometer = 3333 schweizer Fuß entwickeln, während er bei dem Steigen einer bequemen Treppe nur eine solche von 410 Pfd. auf 1 Kilom. zu Stande bringt. Trägt er aber im letzteren Falle 136 Pfd., so gleicht seine Kraftgröße nur 218 Pfd. (Coulomb). Bei allen diesen Berechnungen ist übrigens noch ein Moment, nämlich die Gleichförmigkeit der Muskelbewegungen und die leichtere Ermüdung einzelner, vorzugsweise häufig angestrengter Muskeln in Anschlag zu bringen.

Bei dem Bergabgehen werden die umgekehrten Verhältnisse eintreten. Der Mechanismus der Fortbewegung muß hierbei durch die vermittelst der Neigung der Bahn erzeugte Fallgeschwindigkeit unterstützt werden. Diese wird dann leicht so groß, daß wir, wenn wir uns nicht an oder in dem Fußboden entgegenstemmen, laufen müssen. Während wir uns daher an steilen Pfaden an dem eingesteckten Bergstocke emporziehen, nehmen wir diesen, um an starken Neigungen mit gemäßigter Fallgeschwindigkeit oder Schnelligkeit hinabzukommen, zwischen die Füße, so daß sein den Boden berührender Stachel hinter uns, das freie Ende des Stockes vor und über uns zu stehen kommt und daher der Richtung der Fortbewegung durch die Gra-

---

[1] A. Baumgartner die Mechanik. S. 227. 28.

vitation Widerstand leistet. Es versteht sich übrigens von selbst, daß alle diese Verhältnisse, obgleich die physikalischen Grundgesetze stets dieselben sind, doch durch Individualität, Gewohnheit, Uebung u. dgl. sehr modificirt werden und daß der Instinct hier, wie überall, bald auf den richtigen Weg leitet. Ein englischer Packträger z. B. befördert noch ohne sehr anhaltende Ermüdung 200 bis 250 Pfd. mehrere Treppen hinauf. Ein kräftiger Arbeiter trägt bisweilen beinahe 3 Centner auf nicht ganz ebenem Boden eine kurze Strecke weit. Da aber natürlich mit der Steilheit des Weges die durch die Schwere bedingte Gegenwirkung größer wird, so gehen die guten Bergsteiger auf solchen Pfaden nie schnell, um nicht durch eine momentane zu große Anstrengung eine zu bedeutende Erschöpfung herbeizuführen, während der Unerfahrene, welcher das Hinderniß möglichst bald beseitigen will, rasch ansetzt, aber binnen Kurzem ermüdet und so von dem, der seine Kräfte besser vertheilt, leicht überholt wird.

Bei der Beurtheilung des Ansteigens der Wege schätzen wir, wenn wir keine näheren Kenntnisse dieser Sache haben, den Neigungswinkel für weit größer, als er in der That ist. Dieses erhellt schon daraus, daß eine Absenkung von 0° 34′ dem Auge sehr auffällt, und daß z. B. auf der Eisenbahn von Rive-de-Gier nach Givors die Wagn von selbst bergab gehen, obgleich der Neigungswinkel nur 0° 20′ 38″ beträgt. Der Weg über den Mont-Cenis hat ein Maximum der Neigung von 4° 0′ 15″; der über den Simplon ein solches von 5° 42′ 38″. In Frankreich darf keine neue Straße über 5 % (= 2° 51′ 45″), in der Schweiz über 7 % (= 4° 0′ 15″) abfallen. Der steilste Theil der Rue de la Montagne-Saint-Geneviéve in Paris geht unter 6° abwärts — eine Erhebung, die uns schon recht beschwerlich vorkommt. Bei einer Neigung von 9° 1′ ist es selbst mit Benutznng des Hemmschuhes mit größerer Gefahr verbunden, im Wagen hinabzufahren. Bei 9° 46′ 30″ tritt derselbe Fall für das Gehen ein, sobald der Weg durch den Regen etwas schlüpferig geworden. Bei 15° Neigung kann man gar nicht mehr mit einem Wagen hinabkommen. Die Wege, welche auf Maulthieren im Aostathale und in den Schweizeralpen noch zurückgelegt werden, fallen im Durchschnitt unter 19° ab. Das Maximum, welches diesen Thieren überhaupt, wenn sie belastet sind, möglich ist, beträgt ungefähr 29°. Auf steinigem Boden kann ein Mensch höchstens bei einem Winkel von 25° noch leicht auf- und abgehen. Eine sehr steile Treppe, deren Höhe die Hälfte ihrer Länge beträgt, erhebt sich unter 26° 34′. Bei 50° wird die Bahn schon zu steil, als daß die Schaafe hinaufkommen könnten, um Futter zu suchen. Ist der Fußboden so fest, daß man bei dem Gehen keine Tritte mehr eindrücken kann, so vermag ihn der Mensch fast nicht mehr zu gebrauchen, wenn er unter 37° abfällt. Auf Sandboden dagegen, der mit vulkanischer Asche bedeckt ist, kann der Winkel noch bis 42° steigen. Bei 44° aber mißglückt auch hier der Versuch (Humboldt). Der Aletschgletscher fällt nach dem Wallis unter 2° 58′, das Eismeer bei Chamouny an der Vereinigungsstelle seiner beiden Ursprungsgletscher, des Tacul- und Léchaudgletschers unter 3° 15′ und etwas tiefer unten unter 6° ab. Bei Besteigung des Montblanc überwindet man, indem man Stufen in das Eis haut, eine größte Neigung von 35°. Lavinen gehen schon bei Absenkungen von 30° und noch weniger hinab. Die Lava des Vesuv kam bei dessen Ausbruch im Jahre 1769 unter 19° 44′, bei dem im J. 1834 zum Theil nur unter 1° 45′, die des Aetna im J. 1832 bloß unter 0° 54′ hinunter (Elie de Beaumont) [1]).

89 Bei dem Tragen der Lasten bildet die Vertheilung derselben ein sehr wesentliches Moment, weil durch sie die Lage des Schwerpunktes bestimmt wird, und daher ein möglichst gleichmäßig vertheiltes Gewicht auf einer möglichst kleinen Unterlage stehen kann. Durch die symmetrische Anordnung

[1]) Dufrénoy et Elie de Beaumont Mémoires pour servir à une description géologique de la France. Tome IV. Paris. 1838. 8. p. 204—226.

unseres Körpers ist auch dieses Princip mit der höchsten Vollkommenheit in Anwendung gebracht. Der Rumpf ruht bei gerader aufrechter Stellung auf den beiden unteren Extremitäten, wie auf zwei Pfeilern, die möglichst weit nach außen und gleich weit von der Achse des übrigen Körpers liegen, so daß dieser auf einer bei horizontalem Fußboden wagerechten Ebene, welche durch die beiden Schenkelköpfe geht, steht. Die beiden Arme hängen bei angezogener Lage wie zwei gleich schwere Gewichte an dem Oberkörper. Der Kopf balancirt auf dem Endtheile der Achse, dem obersten Halswirbel. Unter diesen Verhältnissen fällt der Schwerpunkt in die Gegend des Promontorium. Bei einem wohlgebildeten, 1669,2 Millimeter langen Manne war er vom Scheitel 721,5 Mm., von der Ferse 947,7 Mm. und von der Drehungsachse des Hüftgelenkes 87,7 Mm. entfernt. Sein verticaler Abstand von dem Promotorium betrug 8,7 Mm. (W. und Ed. Weber)[1]). Wenn wir daher auf horizontalem Boden gerade und aufrecht stehen, so bildet der von unseren beiden Füßen umschriebene Raum die Basis, in dessen Mitte der von unserem Schwerpunkte gefällte Perpendikel trifft. Sind wir aber schon so vor dem Fallen hinreichend geschützt, so gewährt das Sitzen auf einer hinreichend großen Unterlage mit aufrechtem Oberkörper eine noch größere Garantie, weil die Basis, welche dann von dem Gesäße geliefert wird, größer und die Entfernung derselben von dem Schwerpunkte geringer ist. Nur erfordert dann die Aufrechthaltung des Oberkörpers eine etwas größere Anstrengung der Muskeln. Stehen oder sitzen wir auf einem Fußboden, der schmäler ist, als die Länge unserer Fußsohlen oder unseres Gesäßes ausmacht, so wird unsere Basis in ihrem Durchmesser von vorn nach hinten verkleinert. Es kann daher die Schwerlinie um so leichter diesseits oder jenseits hinausfallen, so daß wir das Gleichgewicht verlieren und umsinken. Wir halten uns deshalb z. B. nur mit Mühe und Geschicklichkeit auf einer schmalen Stange aufrecht. Wir schlagen, indem wir die Biegung unseres Rumpfes nach vorn oder nach hinten zu sehr vergrößern, nach vorn oder nach hinten über, sobald die Schwerlinie diesseits oder jenseits der durch unsere Füße bestimmten Basis fällt. Etwas Aehnliches gilt für die seitliche Ausdehnung der letzteren. Sie wird um so kleiner, je näher die Füße zusammenstehen, und um so größer, je weiter diese, ohne sich von der senkrechten Unterstützung zu sehr zu entfernen und ohne nur mit ihren Innentheilen den Fußboden zu berühren, von einander abstehen. Wenn daher der civilisirte Mensch, der die Haltung der Füße nach auswärts für eine Schönheit hält, die nach einwärts für minder gefällig ansieht, so beruht dieses auf einem richtigen Instinctgefühle, weil im ersteren Falle natürlich die Basis vergrößert, im dem letzteren verkleinert wird. Kein schneller Läufer und kein guter Bergsteiger geht sehr bedeutend nach einwärts.

Das Gesagte gilt nur für den Fall, daß unsere Wirbelsäule senkrecht und gerade steht, der Kopf auf ihr frei balancirt und daß sich die beiden Arme

---

[1]) W. und Ed. Weber Mechanik der Gehwerkzeuge S. 116. 177.

und die beiden Schenkel in symmetrischer Stellung befinden. Gehen wir, so wird abwechselnd das eine Bein gehoben, während das andere allein als Stütze dient und die Körperlast trägt. Es balancirt diese dann abwechselnd bald auf dem einen, bald auf dem anderen Schenkel. Biegen wir unseren Oberkörper nach vorn oder nach hinten, so wird unser Schwerpunkt nach vorn oder nach hinten verrückt, weil der Theil unseres Körpers, der sich jetzt vor oder hinter der früheren Achse befindet, mit seinem Gewichte nach vorn oder nach hinten zieht. Das Gleiche gilt für die seitlichen Parthien. Strecken wir z. B. den einen Arm horizontal aus, so wird die eine Seitenhälfte um so viel, als das Gewicht des ausgestreckten Armes erfordert und als der Schwerlinie desselben entspricht, nach dieser Seite hingezogen. Biegen wir unseren Oberkörper seitlich, so gravitirt das Uebergewicht, welches jetzt an der einen Seite der Achse existirt. Dieselben Principien, welche für unsere einzelnen Körpertheile gelten, haben auch für Lasten, die getragen werden sollen, ihre Anwendung. Der Mensch wird um so mehr und um so leichter tragen, je gleichförmiger das Gewicht vertheilt ist oder, was dasselbe sagen will, je mehr die Vertheilung der Last derjenigen, welche in Betreff unserer eigenen Körperorgane Statt findet, gleichkommt. Ein Individuum kann daher auf der Mitte des Rückens und zum Theil auf dem Kopfe, vorzüglich wenn dieser durch eine scheibenförmige oder kranzartige Zwischenlage eine größere und sicherere Basis darbietet, mehr tragen, als auf einer Schulter, bei dem Stehen ein größeres Gewicht, als bei dem Gehen aushalten, auf ebenem Boden gesicherter, als auf schiefem sein u. dgl. mehr. Man trägt daher z. B. größere mit Wasser gefüllte Gefäße auf dem Kopfe oder bedient sich eines horizontalen Balkens, an welchem die beiden Kannen wie zwei Gewichte aufgehängt sind. Der Schwerpunkt fällt dann bei horizontaler Stellung in die Mitte des Balkens; diese ruht auf dem unterliegenden Theile der Wirbelsäule, und es entsteht so eine gleichmäßige Vertheilung der Lasten. Hängt unmittelbar an jeder Hand eine Kanne, so bleibt das Verhältniß seinem Wesen nach das gleiche. Ein Mann, der einen schweren Sack, einen Pack auf der Schulter trägt, sucht die Schwerlinie desselben so zu stellen, daß sie auf die Körperachse fällt u. dgl. mehr. Sind dagegen die Lasten, wie es schon bei den letzteren Fällen in Betreff der Dimension von vorn nach hinten Statt findet, ungleich vertheilt, so vollführen wir, soweit es angeht, die zweckmäßigsten Correctionen. Ruht z. B. auf dem Rücken eines Menschen eine bedeutende Last, so fällt der Schwerpunkt des aufrecht gestellten Menschen + dem Gewichte von jener weiter nach hinten; die Schwerlinie wird daher weiter nach hinten geführt, und das Individuum würde, wenn die Last groß genug ist, zu weit nach hinten gezogen und sehr leicht in dieser Richtung umgeworfen werden. Um diesem Uebelstande möglichst vorzubeugen, biegt es seinen Oberkörper, auf welchem das hinzugekommene Gewicht ruht, nach vorn, führt so die Schwerlinie möglichst nach dieser Richtung hin und auf seine natürliche Basis, den zwischen beiden Beinen befindlichen Raum, oder bei dem Gehen auf die Unterlage des momentan stützenden Fußes. Hebt der Mensch ein vor ihm liegendes schweres

Gewicht mit beiden Händen auf, so biegt er aus dem gleichen Grunde seinen Oberkörper möglichst nach hinten. Aus dieser Ursache strecken ihn auch hochschwangere Frauen in der gleichen Richtung aus. Bei dem Ersteigen von Bergen oder dem Herabgehen von denselben treten dieselben Fälle ein. Bei dem Aufsteigen zieht uns unsere Gravitation um ein bestimmtes Gewicht nach unten (§. 88), d. h. nach hinten. Es ist daher eben so, als wenn wir dieses auf der Hinterfläche unseres Körpers trügen. Um nicht nach rückwärts umzusinken, biegen wir uns dann nach vorn. Aus demselben Grunde biegen wir bei dem Hinabgehen längs eines steilen Pfades unseren Oberkörper nach hinten zurück. Bei Störungen des seitlichen Gleichgewichtes stehen uns zwei Correctionsmittel zu Gebote. 1) Wenn wir z. B. auf der rechten Schulter eine Last tragen, so führen wir die so nach rechts gezogene Schwerlinie wieder weiter nach links hinüber, indem wir den Oberkörper nach links neigen. 2) Gesetzt, ein Mensch von 140 Pfd. Körpergewicht, dessen Schwerpunkt im unbelasteten Zustande b ist und der daher auf horizontalem Boden bei aufrechtem Stehen die Schwerlinie ab hat, hebt ein Gewicht von 140 Pfd., dessen Schwerpunkt m und dessen Schwerlinie cd ist, so wird durch dieses Gewicht seine ursprüngliche Schwerlinie ab bis nach ef hinübergezogen werden. Er würde so die Geneigtheit erhalten, nach dieser Seite hin überzufallen. Nun streckt er seinen unbelasteten Arm geradeaus. Dieser hat seinen Schwerpunkt bei n und seine Schwerlinie in gh. Wir können daher die Linie hf als einen Hebelarm, der auf den zweiten Hebelarm fd wirkt, ansehen. Ist nun z. B. hf = 2 Fuß und fd = 1 Fuß und wiegt der Arm 10 Pfd., so wird er mit einem Gewichte von 20 Pfd. die Schwerlinie ef nach ik hinüberführen, d. h. der ursprünglichen Schwerlinie des unbelasteten Körpers näher bringen. Wäre der Arm nicht möglichst gestreckt, sondern z. B. im Ellenbogengelenke gebogen, so würde seine Schwerlinie näher zu ab und cd fallen und daher auch die letzteren weniger weit nach der unbelasteten Seite hinüberleiten. Man sieht aber leicht ein, daß dieses Correctionsmittel durch Aufheben und Strecken des Armes die Correction durch Biegung des Oberkörpers nach der freien Seite hin verstärken muß und daß daher auch bei schweren Lasten, so weit es angeht, beide Verbesserungsweisen zugleich zu Hülfe gerufen werden.

Fig. 1.



Alle diese Momente finden auch auf die mannigfachsten Krankheitszustände ihre Anwendung. Ist z. B. die Wirbelsäule eines Menschen nach vorn gekrümmt, ist der Kopf stark nach vorn übergebogen, so wird ein solches Individuum bei dem Bergabgehen leichter fallen. Hinkt Einer in so bedeutendem Grade, daß der Fuß den Boden gar nicht berührt, oder daß der Contact nur bei möglichster Streckung desselben vermittelst der Zehen möglich wird, so wird er dadurch bei dem Stehen geneigter werden, seinen gesunden Schenkel mit einem möglichst großen Theile seines Körpergewichtes zu belasten, bei dem Gehen dagegen nach der kranken Seite hinabfallen und so eine schiefe Haltung einnehmen. In geringerem Grade tritt etwas Aehnliches wegen Störung der Schwere der beiden

Seitenhälften bei Individuen, die am Arme amputirt oder mit bedeutender Verkürzung der einen oberen Extremität geboren worden (und zwar besonders um so leichter, je jünger sie sind) ein, weil sie, vorzüglich wenn sie die gesunde Extremität zur mechanischen Arbeit gebrauchen, eher durch seitliche Biegung nach der kranken Seite hin eine Art von Ausgleichung des geringeren Körpergewichtes derselben erzielen. Der Arzt hat daher bei kleinen hinkenden oder in die letztere Kategorie gehörenden Kindern, die meist skrophulös und zu Rückgrathsverkrümmungen ohnedies geneigt sind, dafür zu sorgen, daß nicht durch jene schiefe Haltung bleibende Difformitäten der Wirbelsäule entstehen. Bei einem Schenkelamputirten ist natürlich die Größe der natürlichen Stütze auf die Hälfte, und die der Basis, wenn man die natürliche Distanz der Füße in Erwägung zieht, noch mehr reducirt. Da nun die Last der Körperhälfte der kranken Seite gar nicht mehr unterstützt ist, so ist es eben so gut, als wenn die gesunde, auf dem noch vorhandenen Beine ruhende Hälfte mit der anderen einseitig belastet wäre. Diese wird jene daher nach ihrer Seite hinziehen. Die Schwerlinie fällt außerhalb der Unterstützungsfläche, und ein solches Individuum kann durch künstliches und beschwerliches Balanciren auf dem einen Fuße höchstens einige Minuten frei stehen. Allein noch ein anderes Moment muß die Unhaltbarkeit seines Gleichgewichtes begünstigen. Wir wissen, daß ein Körper, je kürzer seine Schwerlinie ist, d. h. je tiefer im Verhältniß zur Basis sein Schwerpunkt liegt, um so fester steht. Hat aber eine Leiche ihren Schwerpunkt in der Gegend des Promontorium, so rückt dieser nach Exarticulation des Oberschenkels bis zur Höhe des Nabels hinauf. Ein Amputirter muß daher einen höheren Schwerpunkt, als vor der Operation haben. Dieser steigt mehr empor, wenn die Amputation in der Nähe des Trochanter, als wenn sie in der Mitte des Unterschenkels vorgenommen worden. Wir sehen daher auch, daß das Bedürfniß der Unterstützung mit der größeren Kürze des Stumpfes nicht ab-, sondern zunimmt. Hält sich ein solches Individuum dadurch aufrecht, daß seine Achselhöhle auf einem senkrecht hinabgehenden Stabe ruht, so ist die Entfernung von dem äußeren Rande der Stütze bis zu dem des Fußes größer, als die Distanz zwischen beiden Fußrändern früher war. Bei zwei Krücken wird dieser Unterschied noch größer. Der Mensch verbreitert auf diese Art seine Basis und befördert so die Sicherheit seiner Stellung. Bei dem Gehen mit doppelter Unterstützung unter beiden Achselhöhlen wird er sich in dem Momente, wo das vorhandene Bein vorwärts schreitet, sicherer nach vorwärts schwingen, wenn die Stäbe weiter aus einander stehen. Daher auch die Regel, daß eine möglichst bogenförmige Bewegung der Krücken bei dem Ausschreiten am zweckmäßigsten ist. Bedient sich dagegen ein solches Individuum nur Einer Krücke, so daß diese bei dem Aufheben des Beines die ganze Körperlast balanciren muß und daß keine Vertheilung, wie bei den zwei Stäben, Statt findet, so wird es vortheilhafter sein, den Stock möglichst senkrecht unterzustellen und an die Außenfläche der Hüfte anzulegen. Dieser wird dann mehr wie ein an den Stumpf angefügtes hölzernes Bein wirken. Da aber bei Individuen, welche sich des letzteren bedienen, die gesunde Seite mehr als die kranke belastet ist, so werden sie, wenn sie einen Handstock gebrauchen, diesen mit mehr Vortheil in der Hand der gesunden, als in der der kranken Seite führen. Das letztere gilt auch von Hinkenden, bei welchen der lahme Fuß noch mit einer gewissen Kraft die Körperlast zu unterstützen im Stande ist. Ist dieses nicht der Fall, wobei meist eine Krücke nothwendig wird, so muß der Stock an der kranken Seite angebracht sein.

90 Indem der Mensch durch seine mechanische Kraft als Maschine nach außen wirkt, bringt er nach Maßgabe seiner körperlichen und geistigen Fähigkeit und nach der Größe seiner Uebung eine unendliche Reihe von Wirkungen hervor. Von diesen sind die einen bloße mechanische Effecte, wie sie Thiere und todte Maschinen auch und zum Theil besser liefern, während die anderen dagegen einen größeren bis ausgezeichneten Grad von geistiger Basis voraussetzen. Bei Leistungen der Art können aber sehr verschiedene Theile den Erfolg bedingen. Ein Arbeiter kann z. B., indem er auf dem Brette eines Zugwerkes hin- und hergeht, durch sein bloßes Körpergewicht thätig sein, um bestimmte Effecte zu erzeugen. Leute, welche in einem Tretrade beschäftigt sind, wirken noch einerseits durch ihre Körperschwere,

anderseits aber durch die fortschreitende Bewegung ihrer unteren Extremitäten. Die Füße werden bei den verschiedenartigsten Pedalen in Anspruch genommen. Am mannigfaltigsten endlich dient das größte mechanische Kunstwerk unseres Körpers, die Hand, deren Wirkungskreis mit einfachem Fassen, Ziehen, Hauen u. dgl. beginnt, und mit der Thätigkeit des kunstvollen Zeichners und Malers oder des talentreichen Musikers schließt. Alle diese Wirkungen sind bis auf einen gewissen Grad der genaueren Berechnung fähig. Diese ist aber um so einfacher und sicherer, je weniger der geistige Wille in die Arbeit eingreift. Untersuchungen der Art erstrecken sich daher vorzüglich auf diejenige Reihe von Leistungen, welche mehr von körperlichen als von geistigen Anstrengungen abhängen. Um nur einige hierher gehörende Data anzuführen, so hebt im Durchschnitt ein kräftiger Mann mittelst Seil und Rolle durch 145 Secunden 22 Pfd. 227 Fuß, mittelst einer Pumpe 4 Eimer Wasser in 1 Minute 10 Fuß, mittelst eines Paternosterwerkes 13 Pfd. Wasser in 1 Secunde 1 Fuß und an einem unter 39°,5 geneigten Schaufelwerke in 1 Minute 13,3 Eimer Wasser 12 Fuß hoch. Er dreht eine Hornhaspel mit 26 Pfd. Kraft und 3½ Fuß Geschwindigkeit 10 Stunden des Tages. Zwei Mann aber heben an einer zweiarmigen Hornhaspel, deren Kurbeln in einander rechtwinklig durchkreuzenden Ebenen liegen, 60 Pfd. mit weniger Mühe, als ein Mann 26 Pfd. Ein Arbeiter kann an einem Laufrade innerhalb einer 7stündigen täglichen Arbeit 51 Centner 124 Fuß, an einem Tretrade in 1 Secunde 16 Pfd. 12½ Fuß, mittelst einer Handzugramme in derselben Zeit 33 Pfd. 1 Fuß hoch heben. Die Kraft desselben steht bei dem Kurbeldrehen, dem Wasserpumpen, dem Läuten und dem Rudern in einem Verhältnisse = 100:167:227:248. Ein Mann gräbt in mittelfester Erde in einem Arbeitstage ½ Cubikklafter Erde aus und ladet diese auf Schubkarren. Er schneidet von 12 Zoll hohen und 5 Fuß langen Eichenstämmen in einem Arbeitstage 50 Quadratfuß, säet täglich 8000 Quadratklafter, erntet mit einer Gestellsense ⅕ bis ⅙ Joch und drischt von schwerer Frucht 1,4, von leichter 2,4 Metzen. Ein Pflasterer macht mit einem Handlanger täglich 3 bis 4 Quadratklafter Steinpflaster. Ein Ziegeldecker deckt täglich 4 Quadratklafter. Ein Maurer kann in einem Tage 500 Ziegel vermauern, aber nur 300 verwölben. Ein Zimmermann behaut täglich 12 Cub. Klafter Tramholz. Ein Tischler verfertigt täglich zwei 3 Fuß breite und 6 Fuß hohe Thüren mit Einschiebleisten, ein Leinweber 5 Ellen ordinärer Leinwand, ein Tuchmacher 8 Ellen mittelfeinen, 2 Ellen breiten Tuches und ein Nagelschmied 500 bis 600 kleine Nägel. Ein Mann schöpft täglich 3000 Bogen ordinäres Schreibpapier. Zwei Drucker endlich drucken in einem Tage 1000 Bogen in gewöhnlichem Formate auf beiden Seiten[1]). Die Schnelligkeit, mit welcher die einzelnen Werkthätigkeiten auf einander folgen, sind innerhalb gewisser

---

[1]) Alle diese Data sind aus A. Baumgartner, die Mechanik rc. S. 356 – 63 entlehnt. Eine ausführliche Betrachtung der Kraftwirkungen des Menschen mit Wiedergabe der Versuchsresultate von Coulomb, Schulze u. A. s. Christian traité de Mecanique industrielle. Tome I. Paris. 1822. p. 62—114.

Grenzen constant. So z. B. zeigt sich darin für die gleiche Zeitdauer in den einzelnen Ländern wenig Verschiedenheit, wie viel Ruderschläge der Schiffer hervorbringt, wie viel Hammerschläge der Schmied führt, wie viel Nadelstiche der Schneider macht (Babbage)[1]. Allen solchen Arbeiten aber liegt, sobald sie innerhalb einer bestimmten Zeit in einer mehr oder minder bestimmten Zahl wiederkehren, ein Rhythmus zu Grunde. Durch diesen entsteht eine gewisse Beziehung zu dem Tacte, wie ihn die Musik giebt. Daher wir nach dieser leichter marschiren, tanzen u. dgl., und daher der Schiffer, der Schmied u. s. w. seine Arbeit nicht selten mit Gesang zu begleiten pflegt.

Licht.

91 Kein Theil unseres Körpers besitzt das Vermögen, Licht zu entwickeln oder zu phosphoresciren, wie wir dieses bei vielen wirbellosen Thieren, vorzüglich solchen, welche im Meere leben und das Leuchten desselben größtentheils bedingen[2], sehen. Bei Albinos des Menschen entsteht, wenn sie sich im Dunklen befinden, ein matter, meist gläserner Schein der Augen, der gleich dem Glanze, welchen die Katzenaugen im Finstern darbieten, nur reflectirtes Licht ist und bei vollständigem Abschlusse aller äußeren Lichtstrahlen auch vollkommen mangelt[3]. Individuen, welchen die Regenbogenhaut größtentheils oder gänzlich fehlt, zeigen ebenfalls bisweilen bei einfallendem Lichte einen rubinartigen, wahrscheinlich durch das Blut im Innern ihrer Augen bedingten Glanz. Bei Schlag, Druck, mechanischer, galvanischer Reizung, überhaupt bei Affectionen aller Art, welche den Sehnerven oder dessen in der Schädelhöhle und dem Gehirn verlaufenden Primitivfasern treffen, entstehen subjective Feuerbilder, die jedoch nur von dem afficirten Individuum wahrgenommen werden und eben so wenig von einem Anderen gesehen werden können, als wir das Ohrensausen, welches unser Nachbar hat, zu hören, den körperlichen Schmerz, welchen er empfindet, objectiv zu fühlen im Stande sind. Ausnahmsweise soll sich bei einzelnen Menschen unter krankhaften Verhältnissen eine solche elektrische Spannung einstellen, daß man aus ihrer äußeren Haut, wie aus dem Conductor einer Elektrisirmaschine, einzelne Schläge, welche dann von Funkenbildung begleitet sind, entziehen kann. Da unsere Haut, unsere Haare und unsere Kleider im trockenen Zustande schlechte Elektricitätsleiter sind, so folgt hieraus, daß, wenn wir vorzüglich auf einem Isolirschemmel stehen und so einerseits von dem leitenden Fußboden abgeschlossen sind, anderseits aber von der Atmosphäre, die, wenn sie keine Wasserdämpfe in bedeutenderer Menge

---

[1]) Quetelet über den Menschen. S. 401.

[2]) Siehe C. G. Ehrenberg das Leuchten des Meeres. Berlin. 1835. 4.

[3]) F. E. Hassenstein Commentatio de luce ex quorundam animalium oculis prodeunte atque de tapeto lucido. Jenae. 1836. 4. p. 5. sqq. Joh. Müller Physiologie Bd. I.

enthält, ebenfalls schlecht leitet, umgeben werden, die durch einen Conductor einer Elektrisirmaschine oder auf irgend eine Art in uns eingeleitete Elektricität in unserem Körper, wie in jedem anderen schlechten Leiter leichter angehäuft werden müsse. Wird uns dann ein guter Leiter so nahe gebracht, daß ihn nur eine verhältnißmäßig dünne Schicht von Atmosphäre von uns trennt, so springt die Electricität über, und es entsteht hierbei ebenfalls natürlicher Weise eine Funkenbildung. Endlich kann bisweilen noch der todte menschliche Körper, wahrscheinlich in Folge seines Fäulnißprocesses, phosphoresciren. Wie z. B. das faulende Holz oder in warmen Gegenden die Weichtheile und vorzüglich die phosphorhaltigen und mit Phosphorsäure versehenen Hartgebilde von Thieren, z. B. von Fischen, von Sepien in Folge ihrer Fäulniß häufig so viel Licht entwickeln, daß es zwar nicht im Hellen, aber desto deutlicher im Dunklen gesehen wird, so findet in seltenen Fällen etwas Aehnliches auch bei menschlichen Leichnamen statt. Die leuchtenden Molecüle sind dann so klein, daß sie unter dem Mikroskope Brown'sche Molecularbewegung darbieten. In einem specieller beobachteten Falle erhielt sich ihr Licht in Sauerstoffgas, Wasserstoffgas oder Stickgas 5 Tage lang, wurde durch Phosphorwasserstoffgas oder durch Kohlenoxydgas nicht geschwächt, nahm aber in Kohlensäuregas sehr ab und hörte in Chlorgas, in Schwefelwasserstoffgas und in dem luftleeren Raume auf. In dem letzteren Verhältnisse erneuerte es sich, wenn atmosphärische Luft wieder zugelassen wurde. Unter comprimirter Luft oder in Sauerstoffgas zeigte es sich in verstärktem Maaße. Auch in Kohlensäure erhielt es nach Zuführung von Sauerstoff seine frühere Lebhaftigkeit wieder. In kochendem Wasser verschwand es sogleich, in Wasser, welches zu gefrieren anfing, nach einer halben Stunde, in Wasser von gewöhnlicher Temperatur und in Milch in einer Viertelstunde, und in Alkohol nach einigen Minuten. Verdünnte Säuren verlöschten es bald, jedoch Mineralsävren früher als Pflanzensäuren. Durch Schwefelsäure verschwand es sogleich. In einer Kalilauge erhielt es sich einige Zeit, während es in einer gesättigten Auflösung von Kochsalz auf der Stelle aufhörte. In fetten Oelen endlich dauerte es 4 Tage lang fort (D. und R. Cooper) [1]).

In unserem Körper ist eins der vorzüglichsten Organe, das Auge, 92
auf die Wirkungen des Lichtes einzig und allein berechnet. Es bildet gewissermaßen eine Camera obscura, deren dunkle Wand das Pigment der Choroidea und der Uvea darstellt, in welcher das Bild des äußeren Gegenstandes verkleinert und umgekehrt auf die Netzhaut fällt, diese zu ihrer specifischen Energie der Lichtempfindung auf entsprechende Weise anregt, dadurch die Fortleitung des Reizes nach dem Gehirn bedingt und so sowohl das Sehen des Bildes, als das Bewußtwerden desselben vermittelt. In der Hornhaut, der wässerigen Feuchtigkeit, dem Glaskörper und vorzüglich der Krystalllinse haben wir zweckmäßige Apparate für die Brechung der Lichtstrahlen, während die Iris, indem sie durch ihre verschiedenen

---

[1]) Berzelius Lehrbuch der Chemie. Band IX. Dresden und Leipzig. 1840. 8. S. 791. 92.

Zusammenziehungen die Größe der Pupille ändert, gleichsam ein Diaphragma mit kleinerem oder größerem Loche darstellt und hierdurch die Helligkeit und Deutlichkeit kleinerer und größerer Bilder von nahen oder entfernten Gegenständen innerhalb oft sehr weiter Grenzen regulirt. Der optische Apparat des Auges ist so eingerichtet, daß er durch die Verhältnisse der Iris, so wie durch die Form der Krystalllinse und der Netzhaut vor der sphärischen Abweichung geschützt ist. Im Allgemeinen bildet er auch eine achromatische Vorrichtung, so daß sogar aus seiner Construction zuerst geschlossen wurde, daß eine achromatische Combination verschiedener Glaslinsen möglich sein müsse (Euler). Allein schon unter leichteren Bedingungen treten chromatische Phänomene auf, so daß eine absolute Achromasie unserem Sehorgane nicht zukommt. Indem aber das sehr kleine Netzhautbildchen nicht als solches, sondern je nach der Distanz, in welcher man es erblickt, bedeutend vergrößert gesehen wird, bildet jenes zugleich gewissermaßen ein Mikroskop oder vielmehr ein Teleskop, welches durch unsere Augenmuskeln auf die verschiedenen zu sehenden entfernten Gegenstände eingestellt und durch die Augenlider vor Beschädigung der wirksamen Theile, vorzüglich der vordersten Objectivlinse, der Hornhaut geschützt wird. Durch das Auge und durch unser Gehirn aber erfahren wir erst, was für unsere Individualität das Licht ist. Denn was dieses wirklich sei, bleibt uns stets unbekannt. Wir wissen nur, daß von der Sonne und allen leuchtenden oder beleuchteten Körpern ein gewisses unbekanntes Agens in Strahlen oder Wellen ausgeht, und, sobald es unsere Netzhaut trifft, hier und im Gehirn adäquate Lichtempfindungen anregt. Indem diese aber auf solche Art zu etwas Objectiv-Subjectiven werden, müssen die subjectiven Momente des Individuums einen wesentlichen Einfluß auf die Specialitäten der hier in Betracht kommenden Erscheinungen ausüben. Es ist auch z. B. fast keinem Zweifel unterworfen, daß jedes Auge für untergeordnete Farbennuancen verschieden empfänglich ist, daß der Eine mehr oder minder in dieser Hinsicht etwas Anderes sieht, als der Andere, und daß nur das gemeinsame Band der Sprache, durch welches sich dieselben Bezeichnungen für das von jedem Individuum besonders Gesehene stets auf die gleiche Art durchziehen, die Unterschiede für das gewöhnliche Leben verhüllt und diese nur bei genaueren Einzelunterscheidungen und künstlichen Versuchen hervortreten läßt.

93 Durch das Auge und das Licht kommen wir mit der Außenwelt in vielfachere Beziehungen, als durch irgend ein anderes Sinnesorgan und dessen eigenthümliche Thätigkeitsobjecte. Jenes ruht daher auch im Schlafe in dieser Beziehung aus. Der Schluß der Augenlider während desselben ist eine Instinctbewegung, um uns von den Eindrücken der Außerenwelt abzuziehen und in unserer Subjectivität zur Ruhe zu sammeln. Kein anderes Sinnesorgan wird im Schlafe geschlossen. Da aber die Primitivfasern unserer Sehnerven in dem Gehirne verlaufen und dieses auch während des Schlafes nie gänzlich ruht, so müssen dann subjective Bilder, Träume entstehen. Die Nachtzeit ist daher auch, wie uns viele

Verhältnisse der Thiere zeigen[1]), die einzig normale Zeit des Schlafes. Da aber der Mensch durch das Auge das größte Verbindungsmittel mit der Außenwelt erhält, so wirkt in dieser Beziehung kein Verlust bedeutender ein, als der des Lichtes. Durch Einsperren in finstere Räume werden die heftigsten Rasenden zur Ruhe, die verstocktesten Verbrecher zum Geständnisse gebracht. Die Erinnerung an das Quälende eines lange fortgesetzten Aufenthaltes im Dunklen setzt sich nicht selten in solchen Individuen so sehr fest, daß man bisweilen schon durch die bloße Androhung einer Wiederholung der Strafe seinen Zweck erreicht. Der Blindgeborene oder derjenige, welcher in früher Kindheit, ehe er zum klaren Bewußtsein gekommen, sein Augenlicht verloren, ist meist heiter und wegen seines Unglückes möglichst wenig bekümmert. Wer im Sehen erwachsen und dann erblindet ist, empfindet kein körperliches Mißgeschick tiefer, als den Verlust seines Gesichts, und zwar um so mehr, je rühriger und thätiger er früher gewesen. Auch die übrigen Functionen unseres Körpers gedeihen eher im Lichte, als im Finsteren. Durch jenes wird ein Haupterregungsmoment unserer Thätigkeiten, die Wärme, vermehrt. Es dürfte daher der heilvolle Einfluß des Lichts selbst auf Functionen, welche zunächst in keiner directen Beziehung mit ihm zu stehen scheinen, von selbst klar sein. Die nachtheilige Einwirkung des anhaltenden directen Sonnenlichtes, die sogenannte Insolation, wird ebenfalls durch die auf diesem Wege erzeugte erhöhte Temperatur bedingt.

Wärme.

Mit Ausnahme der blutgefäßlosen dichteren Horngebilde, wie der 94
Oberhaut, der Nägel und besonders der Haare, sind alle Theile unseres Körpers unter den gewöhnlichen und normalen Verhältnissen mit höheren Wärmegraden, welche verhältnißmäßig innerhalb ziemlich enger Grenzen schwanken, versehen. Man spricht daher von einer eigenthümlichen animalischen Temperatur oder einer Eigenwärme des Menschen und der warmblütigen Geschöpfe. Im Durchschnitt beträgt diese Temperatur 37°,2 C. oder 29°,7 R. Sie wechselt aber nach Verschiedenheit der einzelnen Stellen der Haut, der inneren Organe, der Thätigkeit der letzteren, der Individualität, dem Alter, den Gesundheits- und Krankheitszuständen. Die Bestimmung dieser Wärmegrade wird entweder durch das an die Haut oder in eine innere Höhle gebrachte Thermometer oder durch einen thermoelektrischen oder thermomagnetischen Apparat vorgenommen. In dem letzteren Falle führt man die eine Nadel eines thermomagnetischen Bogens in einen Körper, dessen Temperatur bekannt ist, ein, während man die andere in den thierischen Theil einsenkt. Die Abweichung der Magnetnadel

---

[1]) J. Kidd on the Adaptation of external Nature to the physical Constitution of Man. London. 1837. 8. p. 83 fgg.

giebt die Grade des Temperaturunterschiedes und so mittelbar die Eigenwärme des geprüften Theiles [1]).

95 Sowohl die verschiedenen Hautstellen, als die mannigfaltigen inneren Organe zeigen von einander abweichende Wärmegrade. Dieses erhellt aus der nachfolgenden Tabelle, in welcher die wichtigsten den gesunden Menschen betreffenden Data zusammengestellt worden. Die mit dem thermomagnetischen Apparate gewonnenen Resultate sind hier, wie bei den späteren Uebersichten mit einem Sternchen versehen.

Nro.	Theile des Menschen.	Grade nach			Bemerkungen.	Beobachter.
		Celsius.	Réaumur.	Fahrenheit		
I.	Aeußere Haut.					
	a. In der Mitte der Fußsohle	32°,26	25°,81	90°,08	Die Eigenwärme wurde des Morgens unmittelbar nach dem Aufstehen und ohne Bekleidung des Körpers bei einem und demselben Individuum und bei einer Zimmerwärme von 21°,1 C. = 16°,88 R. = 70° F. gemessen. Nur die Unterfläche der sonst geschützten Thermometerkugel berührte die einzelnen Hautstellen.	John Davy.
	b. In der Nähe der Achillessehne	33°,85	27°,08	93°,00		
	c. An der Mitte der Vorderfläche des Unterschenkels	33°,05	26°,44	91°,50		
	d. In der Mitte der Wade	33°,85	27°,08	93°,00		
	e. In der Kniekehle	35°,00	28°,00	95°,00		
	f. An der Mitte des Oberschenkels	34°,40	27°,52	94°,00		
	g. Der Mitte des Rectus femoris entsprechend	32°,75	26°,20	91°,00		
	h. An der Schaambuge	35°,80	28°,64	96°,5		
	i. Ungefähr ¼ Zoll unter dem Nabel	35°,00	28°,00	95°,00		
	k. An der sechsten linken Rippe an der Stelle des Herzschlages	34°,40	27°,52	94°,00		
	l. An der sechsten rechten Rippe	33°,85	27°,08	93°,00		
	m. Achselhöhle	36°,49745	29°,19796	97°,69545	Mittel von 505 Individuen.	
	n. Mittel der äußeren Haut	34°,22062	27°,37649	93°,59712		

[1]) Eine Abbildung eines solchen Apparates siehe Annales des sciences naturelles. Seconde Série. Zoologie. Tome. III. Paris 1835. 8. Pl. 9.

Nro.	Theile des Menschen.	Grade nach Celsius.	Réaumur.	Fahrenheit	Bemerkungen.	Beobachter.
II	a. Unter der Zunge	37°,3103	29°,84824	99°,15858	Mittel von 134 Personen. — Mittlere Lufttemperatur bei diesen und den vorhergehenden Versuchen = 24°,2 C. = 19°,36 R. = 75°,61 F.	J. Davy.
	b. Desgleichen	37°,085	29°,668	98°,75	Nach 31 Bestimmungen.	Berger.
	c. Mittel unter der Zunge	37°,1976	29°,75812	98°,95429		
III.	* a. Unterhautzellgewebe	34°,77	27°,81	94°,58		Becquerel und Breschet.
	b. Desgleichen	35°,52	28°,41	95°,93		
	c. Mittel des Unterhautzellgewebes	35°,14	28°,112	95°,25		
IV.	* a. Biceps brachii	36°,77	29°,42	98°,18		Becquerel u. Breschet.
	b. Desgleichen	37°,00	29°,60	98°,60		
	c. Mittel des Muskels	36°,88	29°,50	98°,39		
V.	a. Im Endtheile des Mastdarmes	36°,90	29°,52	98°,42	Mann.	J. Hunter.
	b. Desgleichen	39°,00	31°,20	102°,20	Mann.	Berger.
	c. Desgleichen	38°,15	30°,52	100°,67	Mittel von 2 Mädchen von 19 u. 25 Jahren.	Berger und Maunoir.
	d. Mittel des Mastdarmes.	38°,01	30°,42	100°,43		
VI.	Harnröhre.	36°,10	28°,88	97°,00	Bei einem Manne bis zu dem Bulbus urethrae.	J. Hunter.
VII.	Harnblase (und Urin)	38°,60	30°,88	101°,48	Mittel von 5 Beobachtungen an 5 Mädchen von 17,4 Jahren mittleren Lebens.	Berger.
VIII.	a. Urin	39°,40	31°,52	103°,00	Mann.	Hales.
	b. Desgleichen	34°,55	27°,64	94°,25	Mann.	Braun.
	c. Desgleichen	37°,15	29°,72	98°,9	Mann.	De Lisle.

Nro.	Theile des Menschen.	Grade nach Celsius.	Réaumur.	Fahrenheit	Bemerkungen.	Beobachter.
	d. Mittel des Harnes	37°,03	29°,62	98°,72		
IX.	Scheide	38°,30	30°,64	100°,94	2 Mädchen von 19 und 25 Jahren in einer Tiefe von 1,75 bis 4 Zoll.	Berger und Maunoir.
X.	Mittel aller inneren Körpertheile	37°,1254	29°,7003	98°,93775		

96 Bei der Beurtheilung der aus diesen Zahlen sich ergebenden Resultate müssen wir zuvörderst bemerken, daß die thermoelektrischen Bestimmungen kleinere Werthe, als die thermometrischen zu geben scheinen. Denn nach diesen ist das Mittel für das Unterhautzellgewebe z. B. um 2°,87 C. niedriger, als die thermometrisch gefundene Eigenwärme im Mastdarme; die des Biceps brachii um 1°,13 C. geringer, als in dem Rectum. Vergleichen wir aber die thermoelektrischen sowohl, als die thermometrischen Bestimmungen unter einander, so folgt dann aus beiderlei Resultaten auf gleiche Weise, daß zwar die verschiedenen inneren Theile Temperaturdifferenzen darbieten, daß aber diese in Verhältniß zur Größe der Eigenwärme überhaupt nur gering erscheinen. Halten wir uns zunächst an die thermoelektrischen Mittelzahlen, so ist der Biceps brachii um 1°,74 C. höher temperirt, als das Zellgewebe. Das Arterienblut erscheint um 0°,84 bis 1°,01 C. wärmer, als das Venenblut. Dagegen ergab sich bei einem und demselben Individuum für den Pectoralis major, den Biceps brachii und den Gastrocnemius die gleiche Wärme von 36°,75 C. (Becquerel und Breschet). Aus den thermometrischen Messungen würde sich, abgesehen von der vielleicht etwas zu niedrig angegebenen Temperatur der Harnröhre und der natürlich etwas zu geringen des abgehenden Urines entnehmen lassen, daß die Eigenwärme im Durchschnitt in der Harnblase um 1°,40, in der Scheide um 1°,10 und in dem Mastdarme um 0°,82 größer, als unter der Zunge sei. Es versteht sich aber von selbst, daß dieser Schluß bei der verhältnißmäßig bedeutenden Größe der Schwankungen in Einzelfällen und der Unsicherheit der thermometrischen Bestimmungen überhaupt nur ganz im Allgemeinen seine Richtigkeit haben kann. Daß endlich die äußere Haut im Durchschnitt eine geringere Temperatur, als die inneren Organe darbietet, hat in zwei Verhältnissen seinen Grund. Einerseits nämlich entwickelt die Oberhaut als ein blutgefäßloses Horngebilde keine eigene höhere Wärme, sondern empfängt diese nur von den benachbarten inneren Organen und behält sie höchstens als schlechter Wärmeleiter länger bei sich. Anderseits aber ist unsere Haut unter den gewöhnlichen Verhältnissen mit dem stets kälteren Fußboden und der kühleren Atmosphäre in Berührung und giebt

daher an diese, wie jeder wärmere Körper an einen benachbarten kälteren, Wärme ab. Es erklärt sich daher, weshalb das Mittel der Temperatur der Haut um 2°,90478 C. niedriger, als das der inneren Organe erscheint, und aus welchem Grunde, selbst die wärmste Hautstelle, die Achselhöhle, noch um 0,°62805 C. kälter ist. Auch bei der Zungenspitze treten, nur in geringerem Grade dieselben Abkühlungsmomente, wie für die äußere Haut ein. Aus dieser Ursache zeigt sie sich auch niedriger temperirt, als die Harnblase, die Scheide und der Mastdarm, und übertrifft mit ihrer Wärme die der Achselhöhle nur um 0°,6 C. Vergleichen wir endlich die einzelnen Hautstellen unter einander, so sehen wir, daß die am meisten verborgene und so gewissermaßen vor Abkühlung am stärksten geschützte Achselhöhle die höchste Temperatur darbietet, daß dann zunächst die zum Theil in ähnlichen Verhältnissen sich befindenden Stellen, nämlich die Schambuge und die Kniekehle folgen, daß später die Haut des Nabels kommt, hierauf die übrigen Hautstellen erscheinen und daß endlich die Fußsohle, welche eine sehr dicke Oberhaut besitzt und am meisten der Abkühlung ausgesetzt ist, den geringsten Werth annimmt. Während aber so die Differenz zwischen dem Maximum und dem Minimum an der äußeren Haut bis auf 4°,29 C. steigt, erreicht sie in den inneren Organen noch nicht die Größe von 2°.

Mehrere Verhältnisse, welche hierher gehören und wahrscheinlich auch in bedeutenderem oder geringerem Grade auf den Menschen angewendet werden können, lassen sich bis jetzt nur nach Versuchen, die an Säugethieren angestellt worden, erläutern. So z. B. ergaben mit thermoelektrischen Apparaten an Hunden angestellte Experimente, daß das Blut in der Aorta um 0°,84 C. wärmer, als in der Hohlvene ganz nahe an dem Herzen ist, daß das der Schenkelarterie das der Hohlvene in der Nähe des Herzens um 0°,84 bis 1°,12 C. und das der Carotis so tief als möglich, das der Schenkelvene in deren Mitte um 0°,84 C. übertrifft. Bei dem indischen Hahne zeigte sich zwischen dem rechten und dem linken Vorhofe eine Differenz von 0°,90 C. Weil aber das Carotidenblut um 0°,14 C. höher temperirt, als das Schenkelarterienblut, der Inhalt der Jugularvene um 0°,28 C. wärmer, als der der Schenkelblutader ist, so schloß man daraus, daß die Blutwärme nach dem Herzen hin etwas zunimmt (Becquerel u. Breschet). Da sich endlich bei Thieren mittelst des Thermometers eine größere Menge von inneren Organen leichter als bei dem Menschen prüfen läßt, so führe ich noch die in dieser Beziehung am vollständigsten berechnete Reihe auf. Bei dem Schaafe nämlich ergaben sich für das Unterhautzellgewebe 37°,35 C., für das Venenblut 39°,55 C., für das Gehirn 40°,25 C., für den Pförtner 40°,30 C., für das Arterienblut 40°,61 C., für den Mastdarm 40°,67 C., für den linken Vorhof 40°,90 C., für die Leber 41°,25 C., und für den rechten Vorhof, sowie für die Lungen 41°,40 C. (Berger). Wir sehen aber hieraus, daß der hier bestehende Unterschied des Maximum und Minimum = 4°,05 zwischen 1/9 und 1/10 der gesammten Körperwärme schwankt.

Die Racenverschiedenheit des Menschen hat auf die Höhe der Temperatur keinen erheblichen Einfluß. Denn aus den vergleichenden Untersuchungen (von J. Davy), welche an dem Cap der guten Hoffnung, auf Isle de France und auf Ceylon angestellt worden, lassen sich folgende Mittel berechnen [1]. 97

[1]) Der Kürze wegen habe ich aus den einzelnen bei Berger Faits relatifs à la construction d'une échelle des dégrés de la chaleur animale in den Mémoires de la société de physique et d'histoire naturelle de Genève. Tome VI. 1833. 4. p. 296

Nro.	Individuen.	Eigenwärme unter der Zunge.	Eigenwärme der Achselhöhle.	Zahl der Beobachtungen.	Größter Unterschied zwischen dem gefundenen Maximum und Minimum.
I.	Hottentotten	37°,315 C.		5	1°,65 C.
II.	Neger	37°,035 C.	36°,775 C.	5	0°,55 C.
III.	Singalesen	38°,240 C.		6	0°,83 C.
IV.	Negeralbinos	38°,600 C.		4	0°,41 C.
V.	Mulatten	38°,175 C.	37°,330 C.	7	1°,10 u. 0°,83 C.
VI.	Eingeborene von Ceylon	37°,065 C.	36°,570 C.	3	0°,27 u. 0°,55 C.
VII.	Stamm der Vedas auf Ceylon.	36°,760 C.	35°,465 C.	3	0°,27 u. 0°,55 C.
VIII.	Malaien.	37°,150 C.	36°,595 C.	4	0°,55 C. an beid. Stell.
IX.	Sepoys von Madras.	37°,030 C.	35°,920 C.	6	1°,11 u. 1°,66 C.

Die mittlere Temperatur der Luft betrug bei der Untersuchung der Hottentotten (am Cap der guten Hoffnung) 13°,55 C., bei der der Neger (auf Isle de France und Ceylon) 24°,70 C., bei der der Singalesen und der Negeralbinos (Ceylon) 26°,10 C., bei der der Mulatten (Ceylon) 25°,55 C., bei der der Eingeborenen von Ceylon 24°,44 C., bei der der Vedas und der Malayen 25°,55 C. und bei der der Sepoys (auf Ceylon) 26°,66. Erwachsene Engländer ergaben am Cap der guten Hoffnung bei 13°,55 C. der Atmosphäre unter der Zunge 37°,315 C., auf Isle de France bei 23°,30 C. 36°,870 C. und auf Ceylon bei 23°,38 C. 37°,330 C., also im Durchschnitt 37°,172 C. Sehen wir nun auch von der Verschiedenheit des Ortes und der Wärme der Luft ab, so haben wir in Verhältniß zu dieser Mittelzahl der erwachsenen Engländer bei den Hottentotten für die unter der Zunge gefundene Wärme eine Differenz von + 0°,143 C., bei den Negern eine solche von — 0°,137 C., bei den Singalesen eine solche von + 1°,068 C., bei den Negeralbinos eine solche von + 1°,428 C., bei den Mulatten eine solche von + 1°,003 C., bei den Eingeborenen von Ceylon eine solche von — 0°,107 C., bei den Vedas eine solche von — 0°,412 C., bei den Malayen eine solche von — 0°,022 C. und bei den Sepoys eine solche von — 0°,142 C. Legen wir als mittlere Größe der Temperatur unter der Achselhöhle des Europäers 36°,497 C. zum Grunde, so erhalten wir für die Neger als

---

bis 303 verzeichneten, hierher gehörenden Data zusammengezogen und in ihren Mitteln in die obige Tabelle eingetragen. Ueberhaupt führe ich, um Raum zu ersparen, in diesem ganzen Wärmecapitel nur für diejenigen aus fremden Werken entlehnten Zahlen, welche nicht in den beiden Zusammenstellungen von Berger (Memoires de Genève. Tome VI. p. 258—368 u. Tome VII. p. 1—76) und in dem Repertorium (Bd. I. S. 28. Bd. II. S. 44. Bd. III. S. 39. Bd. IV. S. 33. Bd. V. S. 46. Bd. VI. S. 58 u. Bd. VII. S. 63) genannt sind, die Specialcitate an.

Differenz + 0°,278 C., für die Mulatten + 0°,833 C., für die Eingeborenen von Ceylon + 0°,073 C., für die Vedas — 1°,032 C., für die Malaien + 0°,098 C. und für die Sepoys — 0°,577 C. Alle diese Unterschiedszahlen sind aber so klein, daß die Variationsgrößen des Europäers, wenn man auf die Wärme der Luft und die Abweichungen der Individualitäten Rücksicht nimmt, in dieser Beziehung noch bedeutender ausfallen. In welchen Verhältnissen die dunkleren Hautfarben zur Wärme stehen, wird noch in der Folge besprochen werden.

Bis jetzt liegen noch keine hinreichend großen Zahlen von Messungen 98
der Eigenwärme bei Männern und Frauen vor, um nach den aus solchen Thatsachen zu bestimmenden Mittelwerthen zu entnehmen, wie sich die Temperaturen unter sonst gleichen Verhältnissen nach Verschiedenheit des Geschlechtes verändern. Es läßt sich aber theoretisch erwarten, daß im Durchschnitte die Frauen eine etwas niederere Eigenwärme, als die Männer darbieten werden. Eben so fehlen noch beweisende Zahlen für die Abänderungen, welche durch die Constitution und andere Individualitätsverhältnisse entstehen. Allein aus Ursachen, die wir später kennen lernen werden, kann man im Voraus bestimmen, daß ein Mensch z. B., der viel ißt und gut verdaut, ein kräftiger Mann, der viel arbeitet, ein lebhaftes Individuum höher temperirt, als eine Person, welche das Gegentheil darbietet, sein wird. Da das Fett ein schlechter Wärmeleiter ist, so wird ein fetter Mensch weniger Wärme an seine Umgebung abgeben und daher seine eigene Temperatur leichter in sich behalten, als ein magerer. Beleibte Menschen frieren auch im Durchschnitt weniger.

Die in Betreff der Verschiedenheiten des Alters gefundenen That- 99
sachen stimmen mit den ursachlichen Verhältnissen der thierischen Wärme, von denen weiter unten gehandelt wird, im Ganzen wohl überein. Schon der Neugeborene ist, wenn alle seine Functionen bei kräftigem Körperbaue gehörig von Statten gehen, etwas höher temperirt, als der Erwachsene. Die Eigenwärme nimmt noch bei dem Säuglinge und dem zarten Kinde, welche beiden verhältnißmäßig am stärksten Nahrungsmittel assimiliren, ein wenig zu. Später dagegen bleibt sie im Durchschnitt auf etwas niederer Stufe mehr constant und verringert sich nur auf merkliche Weise im höheren Greisenalter, kann aber selbst hier noch größer, als bei dem erwachsenen Kinde bleiben. Dieses Gesetz gilt für die verschiedenen Menschenracen auf gleiche Weise. Den Beweis für dasselbe liefert die folgende Tabelle, welche die Temperatur der Achselhöhle angiebt.

Nro.	Individuum.	Eigenwärme.	Beobachter.
I.	Neugeborener	36°,940 C.	John Davy.
II.	Dasselbe Kind, 12 Stunden nach der Geburt	37°,220 »	John Davy.
III.	Dasselbe Kind, 3 Tage nach der Geburt	37°,220 »	John Davy.
IV.	Mittlere Wärme von 3 weißen Kindern von 15,5 Monat mittlern Alters	36°,850 »	Chisholm.
V.	Mittlere Wärme von 3 farbigen Kindern von 4,3 Jahr mittlern Alters	36°,195 »	Chisholm.
VI.	Mittlere Wärme von Erwachsenen beider Racen	35°,925 »	
VII.	Mittlere Wärme des Erwachsenen . .	36°,497 »	J. Davy.
VIII.	12jähriges eingebornes Kind von Sutfragan auf Ceylon	35°,830 »	J. Davy.
IX.	Fast 100jähriger Eingeborener von Sutfragan	35°,885 »	J. Davy.

Legen wir die Mittelzahlen der entsprechenden Beobachter zum Grunde, so verhält sich die Temperatur der Achselhöhle des Erwachsenen zu der des Neugeborenen = 1 : 1,012, zu der des Säuglinges, welcher 12 Stunden oder 3 Tage alt ist, = 1 : 1,019, zu der eines 15,6 Monat alten Kindes = 1 : 1,026, zu der eines 4,3 Jahr alten Negerkindes = 1 : 1,025, zu der eines 12jährigen farbigen Kindes = 1 : 0,982 und zu der eines fast 100 jährigen farbigen Greises = 1 : 0,983. Hiernach scheint, wenn man überhaupt aus so wenigen Beobachtungen Schlüsse ziehen darf, die Temperatur des wärmsten Theiles der Haut bis zu 1¼ Jahr stetig zuzunehmen, sich aber später vom 4jährigen zum 12jährigen Kinde etwas zu verkleinern, im Erwachsenen constanter zu erhalten und sich im Greise wiederum zu vermindern, im letzteren Falle jedoch noch um eine geringe Größe höher, als bei dem 12jährigen Kinde zu bleiben.

100 Die verschiedenen Zustände des Organismus sind auf die Verhältnisse der Temperatur desselben von größerem oder geringerem Einflusse. In der Ruhe ist die Eigenwärme geringer, als während der Bewegung. Im Großen und Allgemeinen lehrt dieses schon die tägliche Erfahrung. Allein die genaueren und feineren Unterschiede erhellen besonders aus themomagnetischen Beobachtungen. Durch sie ergab sich z. B., daß die Eigenwärme des Biceps brachii eines Mannes durch mehrmalige auf einander folgende Zusammenziehungen um 0°,5 C. und durch die 5 Minuten lang fortgesetzten Contractionen, wie sie bei dem Sägen von Holz Statt finden, selbst um 1°,0 C. vergrößert wird (Becquerel u. Breschet)[1]. Eben

[1]) Annales des sciences naturelles. Nouvelle Série. Tom. III. Zoologie. Paris 1835. p. 272. 273.

so läßt sich erwarten, daß nach der Verdauung, bei reger Assimilation, so wie überhaupt während der Thätigkeiten der Organe die Temperatur etwas steigen werde. Da im Schlafe die willkürlichen Körpermuskeln ruhen und die Processe des Kreislaufes und des Athmens langsamer vor sich gehen, so erklärt es sich von selbst, weshalb dann die Eigenwärme um 0°,75 C. geringer, als im Wachen erscheint (J. Hunter). Endlich ergab sich während der Zeit der Regeln nicht nur eine höhere Temperatur in der Scheide, sondern auch in dem übrigen Körper. Betrug sie sonst in der Achselhöhle 36°,43 C. und in der Vagina 38°,44 C., so glich sie zur Menstruationszeit in der ersteren 36°,87 C. und in der letzteren 38°,75 C. Die Gebärmutter bot vor und nach der Periode, so wie während der Schwangerschaft 37°,50 C. dar (Fricke). Es scheint jedoch, als sei hier die letztere Größe verhältnißmäßig etwas zu gering ausgefallen.

Die Differenzen der Umgebungen üben im Ganzen geringere Effecte, 101
als sich vielleicht auf den ersten Blick erwarten ließe, aus. Die Höhe des Ortes ändert unter sonst gleichen Verhältnissen die Eigenwärme nur wenig. Dieses bleibt sich gleich, man mag sich plötzlich aus einer tieferen Gegend in eine höhere begeben oder sich in dieser letzteren längere Zeit aufgehalten haben. Der Biceps brachii eines 20jährigen Mannes z. B. hatte zu Martigny im Wallis (1464 Fuß über dem Meere) 36°,90 C., auf dem St. Bernhard (6750 Fuß) 36°,95 C.; der eines Arbeiters, welcher an dem letzteren Orte schon 4 Jahre lebte, 36°,80. Die beiden Schenkelbeuger eines Hundes zeigten in Martinach 38°,70 und 38°,80 C., auf dem St. Bernhard dagegen 38°,60 und 38°,70 C. Hieraus scheint zu folgen, daß sich die Temperatur in einer Höhendifferenz von 5286 Fuß entweder gleich bleibt oder nur höchstens um sehr Weniges verändert. Ob aber bedeutendere Höhen stärker einfließen, ist noch nicht genauer untersucht. Daß sie jedoch in größerem Maaßstabe wirken sollten, hat keine Wahrscheinlichkeit für sich. Specieller kennt man schon die Einflüsse, welche Kälte und Wärme auf die Temperatur unseres Körpers haben. Diese bewahrt nach beiden Richtungen hin einen hohen Grad von Selbstständigkeit, d. h. die inneren Theile werden, so lange unser Organismus normal functionirt, durch eine sehr niedere Wärme nicht zu sehr erkältet, durch eine sehr hohe nur wenig erwärmt. So ergab sich z. B. aus 4000 in den verschiedensten Gegenden der Erde gemachten Beobachtungen, daß die Temperatur des Menschen, wenn man aus wärmeren Gegenden in kältere kommt, nur sehr langsam sinkt und sich dagegen in dem umgekehrten Falle sehr schnell hebt. Am Cap Horn z. B. bei 59° südlicher Breite und 0° C. Luftwärme verminderte sie sich nur um 1° C. (Eydoux u. Souleyet). Zu ähnlichen Resultaten führen auch künstliche Versuche. Halten wir uns zunächst an die Ergebnisse von thermomagnetischen Beobachtungen, so verringerte sich die Eigenwärme des Biceps brachii, wenn der Arm eine Stunde lang in gefrierendem Wasser gehalten wurde, nur um 0°,2 C. Durch einen viertelstündigen Aufenthalt in Wasser von 42° C. stieg sie um 0°,2 C., und wenn das Individuum 10 Minuten lang in einem Wasserbade von 49° C. blieb, um 0°,4. Sie kehrte jedoch später, nachdem das Bad

wieder verlassen worden, zu ihrem alten Standpunkte zurück. In einem andern Falle aber, wo ein Mensch in einem Wasserbade von 42°,5 C. 20 Minuten lang verweilte, blieb die Eigenwärme der Muskeln ganz unverändert (Becquerel u. Breschet). Mittelst des Thermometers schon im vorigen Jahrhundert angestellte Messungen dehnten dieses Gesetz auch für noch höhere Wärmegrade aus. Hielt sich z. B. ein Mann 10 Minuten lang in einem bis zu 48°,85 C. erwärmten Raume oder in einer Lufttemperatur von sogar 59°44 C. auf, so zeigte sich sowohl an seiner Hand, als unter seiner Zunge und in seinem Urine nur eine Eigenwärme von 37°,77 C. (Fordyce) [1]. Daß übrigens endlich bei verschieden temperirten Bädern die mit ihnen in Berührung kommenden thierischen Theile einer völligen Ausgleichung der Temperatur entgegenwirken, lehrt die folgende Versuchsreihe (von Berger), bei welcher der Penis eines Mannes in Wasser von verschiedener Wärme getaucht und die Eigenwärme der Harnröhre 1 Zoll weit von der Mündung bestimmt wurde. Vor dem Experimente zeigte sie 33°,33 C.

Temperatur des Wassers.	Dauer des Contactes.	Eigenwärme der Harnröhre.
10°,00 C.		14°,44 C.
18°,33 »	1 Minute	26°,11 »
45°,00 »	2 Minuten	38°,05 »
47°,78 «		39°,03 »

In dem 47°,78 C. temperirten Wasser fanden sich an der Oberfläche der Eichel 40°,00 C.

102 Die vorzüglich bei Säugethieren angestellten Experimente, welche über den Antheil anderer Thätigkeiten an den Verhältnissen der thierischen Wärme Aufschluß geben sollten, bezogen sich besonders auf Störung der Hautausdünstung, der Beschaffenheit des Blutes und der Integrität des Nervensystemes. Unterdrückung der Hautausdünstung verringert die Temperatur auf eine sehr bedeutende Weise. Wurde die Haut eines Kaninchens, dessen Muskeln 38° C. ergaben, nach dem Abrasiren der Haare mit einem luftdichten Firniß bestrichen, so war die Eigenwärme ½ — 1 Stunde später auf 24°,5 bis 22° C. gesunken. In einem zweiten Versuche ging sie sogar bei 17° C. Lufttemperatur auf 20° C. hinab (Becquerel u. Breschet). Das bloße Ablassen von Blut aus der Armvene ändert die Temperatur des Biceps brachii natürlicher Weise nicht. Dagegen wird sie durch die momentane Compression der Axillarschlagader schon um mehrere Zehntheile eines Grades erniedrigt. Wurde die Arteria iliaca eines Hundes unterbunden, so sank die Eigenwärme im Schenkel innerhalb 18 Minuten um 0°,50 C. Oeffnete man die Ligatur und stellte so den Kreis-

[1] Philosophical Transactions. Vol. LXV. For the Year 1775. Part. I. London. 1775. 4. p. 115.

lauf des Gliedes wiederum her, so hob sich auch bald die Temperatur von Neuem und kehrte auf ihren frühern Standpunkt zurück. Die bloße Unterbindung der Schenkelarterie brachte, weil wahrscheinlich noch Blut durch Collateralzweige herbeiströmte, keinen Unterschied hervor (Becquerel und Breschet). Auch die chemische Beschaffenheit des Blutes und die durch sie bedingten Processe haben auf die animalische Wärme einen größeren oder geringeren Einfluß. Wurde einem Hunde, der 6125 Grm. wog und ungefähr 1361 Grm. Blut enthielt, 223,9 Grm., mithin beinahe 1/6 der Blutmasse, Wasser von 13°,75 C. in die Jugularvene eingespritzt, so zeigte sich nach einer halben Stunde wegen der dann Statt findenden Verdunstung die Eigenwärme der Inguinalbuge um 0°,3 C. und die der Achselhöhle um 0°,4 C. vermindert. In der Tiefe des äußeren Gehörganges, in der Scheide und im Mastdarme, wo keine so bedeutende Verdampfung existirte, fand eine Verringerung der Temperatur nicht Statt. Wurde einem Hunde von 6663,6 Grm. Körpergewicht und 1480,8 Grm. Blutmasse 82,265 Grm. einer Eiweißlösung von 5,15 % festen Rückstandes injicirt, so ergaben sich folgende Temperaturen:

Zeit.	Inguinalbuge.	Achselhöhle.	Tiefe des äußeren Gehörganges.	Mastdarm.
Unmittelbar vor dem Versuche	38°,7 C.	38°,7 C.	38°,5 C.	39°,2 C.
3/4 Stunden nach demselben	39°,3 »	39°,3 »	38°,9 »	39°,5 »
18 Stunden nach demselben	39°,5 »	39°,7 »	38°,8 »	39°,7 »
23 Stunden nach demselben	40°,0 »	39°,7 »	39°,5 »	39°,6 »
40 Stunden nach demselben	39°,2 »	39°,1 »	38°,8 »	39°,3 »
46 Stunden nach demselben	38°,9 »	38°,8 »	38°,6 »	39°,3 »
63 Stunden nach demselben	38°,7 »	38°,5 »	38°,0 »	39°,0 »

Es erhellt hieraus, daß die Wärme in den ersten 24 Stunden nach dem Versuche stieg. Das Thier hatte 433,9 Grm. Eiweiß in sein Blut erhalten. Trotz dem aber, daß dieses durch die Injection in seiner Dichtigkeit nur um 0,01 vermindert worden war, erhöhte sich die Temperatur des Körpers durch den größeren Eiweißgehalt des Blutes auf nachweisbare Art. Wir werden in der Folge sehen, daß dieses mit der Hauptursache der thierischen Wärme, der in unserem Körper Statt findenden Elementaranalyse der organischen Substanzen, sehr gut stimmt. Da nun aber nach der Verdauung sowohl, als bei fieberhaften Zuständen das Blut an Proteinkörpern reicher wird, so läßt sich schon hieraus folgern, daß auch jene Momente die Eigenwärme verstärken werden. Eine Einspritzung von einfach kohlensaurem Natron endlich, welches das Blut flüssiger macht und die Bildung von Kohlensäure wahrscheinlich begünstigt, erhöhte die Wärme bis 4 und selbst bis 46 Stunden nach dem Versuche. Nach dem Genusse von Alkohol zeigte sich entweder gar keine oder eine nur unbedeutende Vergrößerung der Eigenwärme. Fand aber eine solche Statt, so schien sie

am Kopfe größer, als in dem Mastdarme und der Scheide zu sein [1]). Auf die Verhältnisse der Athmung werden wir sogleich zurückkommen.

103 Daß in Folge der mannigfaltigen Einwirkungen des Nervensystemes, welche zunächst auch Veränderungen anderer Functionen, wie des Kreislaufes, der Athmung, der Verdauungs-, der Geschlechtsorgane u. dgl. bedingen, die Temperatur der äußeren Haut steige oder sinke, lehrt schon die tägliche Erfahrung. Bei den Aufregungen der Freude, des Zornes, der Schaam, der geschlechtlichen Liebe u. s. w. erhöht sich die Eigenwärme der Haut local oder allgemein, bei den Empfindungen der Trauer, der Furcht, des Schreckens erniedrigt sie sich. Bei tiefer Ohnmacht sinkt sie an der gesammten Oberfläche des Körpers. Bei leichteren synkoptischen Anfällen, bei Uebelkeit und Erbrechen erkaltet vorzüglich die Haut der Stirn, der Nase, der Wangen und die des Gesichtes überhaupt. Die meisten künstlichen Versuche, welche bis jetzt über den Einfluß des Nervensystemes auf die Erscheinungen der thierischen Wärme angestellt worden, entbehren der nöthigen Schärfe, um zu bestimmten Schlüssen Veranlassung zu geben, und zeigen bisweilen deutlich, daß sie unter dem Vorurtheile, daß die Eigenwärme allein oder größtentheils durch das Nervensystem bedingt werde, unternommen worden. Ein Kaninchen, welches im unverletzten Zustande in einer halben Stunde 28,22 Kubikzoll kohlensauren Gases ausathmete, sollte, nachdem man es vergiftet oder durch Zerstörung des verlängerten Markes getödtet hatte, trotz dem, daß die künstlich unterhaltene Athmung in 30 Minuten 20,24 bis 28,27 C. Z. Kohlensäure lieferte, um 3°,3 C. erkalten (Brodie). Wir werden in der Folge sehen, daß für den kleineren Werth der bei der künstlichen Respiration entbundenen Kohlensäure die Verminderung der Wärme richtig beobachtet worden. Allein diese Art des Athmens ersetzt fast nie das natürliche vollständig und erniedrigt daher die Temperatur mehr oder minder. Oeffnete man z. B. bei einem lebenden Kaninchen, welches im Mastdarme 39°,16 C. ergab, die Luftröhre und leitete die künstliche Athmung ein, so sank die Temperatur im Rectum sogleich auf 38°,61 C. und betrug nach 5 Minuten 37°,77 C., nach 8 Minuten 37°,50 C., nach 10 Minuten dagegen wiederum 38°,33 C., nach 12 Minuten aber 37°,22 C., und nach 15 Minuten 37°,50 C. (Williams). Schon dieses Schwanken deutet darauf hin, daß die Eigenwärme des geprüften Theiles, je nachdem die künstliche Athmung besser auf ihn wirkt oder nicht, steigt oder fällt. Etwas Aehnliches lehrt auch die tägliche Erfahrung. Denn alle oben angeführten Momente des Nervensystemes, welche die Wärme erhöhen, beschleunigen zugleich den Athmungsproceß und den Kreislauf, und umgekehrt. Eben so natürlich ist es, daß ein Kaninchen, dessen Temperatur durch künstliche Respiration binnen 18 Minuten auf 25°,0 C. heruntergebracht worden, bei dem dann eintretenden gewiß nur sehr unvollständigen Athmen keine Erhöhung derselben mehr darbot. Wie gut aber selbst nach der Enthauptung die künstliche Respiration in geeigneten Fällen wirken könne, beweist folgender Versuch.

---

[1]) Repertorium Bd. IV. 363—369.

Bei einer Henne, welche im unverletzten Zustande im Rectum 42°,24 C. anzeigte, betrug die Temperatur des Mastdarmes unmittelbar nach Anlegung der künstlichen Respiration 41°,66 C., 10 Minuten später dagegen 40°,24. Wurde das Thier dann enthauptet und wartete man die hierdurch entstehenden, 5 Minuten dauernden Krämpfe ab, so fanden sich im Mastdarm nach 1 M. 41°,11 C., nach 3 u. 4 M. 41°,66 C., nach 6 und 9 M. 42°,24 C., nach 12 M. 40°,83 C., nach 15 M. 41°,66 C., nach 18 u. 21 M. 41°,38 C. und nach 35 M. sogar 43°,05 (Williams). Wir sehen aber hieraus, daß nach der Enthauptung und bei fortgesetzter Unterhaltung der künstlichen Athmung unter begünstigenden Verhältnissen selbst nach einer halben Stunde die Temperatur sogar etwas höher, als im Leben sein kann, daß sie aber anderseits bei der Irregularität, welche das künstliche Athmen überhaupt mit sich führt, mehr als im Normalzustande schwankt. Eben so leicht erklärlich ist es auch, weshalb sie bisweilen bei Thieren nach heftigen Verletzungen des Nervensystemes, nach großen Exstirpationen von Organen, nach Vergiftungen u. dgl., bedeutend verringert wird. Schon die Ohnmachten und wichtigere chirurgische Operationen oder Verletzungen durch Unglücksfälle lehren für den Menschen dasselbe. Auf diese Art sank in vierzehn Versuchen die Eigenwärme von Hunden, welche einen Schlag auf den Kopf oder in den Nacken erhielten, denen das Gehirn vor der Varolsbrücke, der oberste oder ein tieferer Theil des Rückenmarkes oder die beiden herumschweifenden Nerven durchschnitten, die Nebenniere mit dem splanchnischen Geflechte exstirpirt worden oder die mit Opium vergiftet waren, im Durchschnitt um 0,577 ihres natürlichen Standes (Chossat) [1].

Urtheilen wir aber in solchen Verhältnissen nur nach der Schnelligkeit der Athmungsbewegungen, so giebt dieses keinen richtigen Maaßstab, weil die Zahl der Athemzüge trotz der Schwächung des Chemismus des Athmens und der Intensität des Kreislaufes vergrößert sein kann. Sind alle diese Momente zugleich verringert, so wird die Temperatur nur um so schneller sinken. Wir sehen z. B. dieses bei Erstickenden, bei welchen eine allmählige Abnahme des Blutdruckes und der Blutströmung schon von vorn herein erschlossen zn werden vermag und auch durch Messungen mit dem Hämadynamometer nachgewiesen worden ist (Reid) [2]. Eben so natürlich ist es, daß sowohl bei Säugethieren als bei Vögeln nach Durchscheidung der beiden herumschweifenden Nerven mit der Verminderung der Athmung auch die thierische Wärme sinkt, sich aber vor dem Tode, wo bisweilen die Athemzüge wieder häufiger werden, hebt (A. Cooper, Fr. Arnold) [3]. Daß in gelähmten Extremitäten je nach Verschiedenheit der Verhältnisse die Eigenwärme bald dieselbe bleibt, bald aber

[1]) Chossat Mémoire sur l'influence du système nerveux sur la chaleur animale. Paris. 1820. p. 1—49.

[2]) J. Reid on the Order of Succession, in which the vital Actions are arrested in Asphyxia. Edinburg. 1841. 8. p. 10. 11.

[3]) Fr. Arnold Untersuchungen im Gebiete der Anatomie und Physiologie. Bd. I. Zürich. 1838. 8. S. 158—162.

etwas erniedrigt oder sogar umgekehrt etwas erhöht wird, lehren sowohl Versuche an Thieren, als Krankheitsbeobachtungen am Menschen.

Es versteht sich von selbst, daß sich die Temperatur des menschlichen Organismus bei den verschiedenen Krankheitszuständen ändern müsse. Zu der sicheren Beurtheilung dieser Verhältnisse aber können wir uns nie auf das Gefühl des Leidenden oder anderer Personen verlassen, sondern müssen einzig und allein die physikalischen Wärmebestimmungen im Auge behalten. Das Kältegefühl z. B., welches ein Mensch in dem Frostanfalle eines Wechselfiebers, vor dem Eintritte eines heftigen Fiebers u. dgl., darbietet, ist nur ein subjectives. Seine wahre Temperatur ist eher erhöht (1°,1 bis 1°,6 C. nach Martine) als erniedrigt und soll sogar bisweilen um 4° C. den Normalzustand übertreffen (Gavarret). Hypochondrische, welche über Frösteln klagen, zeigen keine Temperaturverminderung. Ein heftiger Fieberkranker glaubt zu verbrennen und hat nur eine um ein paar Grade erhöhte Eigenwärme. Bei Berührung des Unterleibes desselben erhalten wir oft das Gefühl einer unleidlichen Temperatur, und doch giebt das Thermometer nur 33° bis 36° C. an (Bouillaud). In der folgenden Tabelle ist eine Reihe der wichtigsten pathologischen Erfahrungen zusammengestellt. Die thermomagnetischen Beobachtungen sind wiederum mit einem Sternchen bezeichnet worden.

Nro.	Individuum.	Krankheit.	Geprüfter Theil.	Eigenwärme.	Beobachter.
I.	Erwachsener Mann.	Hitzestadium d. Wechselfiebers.	Achselhöhle.	41°,11 C.	Martine.
II.	Desgl.	Fieber.	Haut.	41°,66 C.	Henry.
III.	Desgl.	Mittlere Fieberhitze.	Desgl.	40°,83 C.	Berger.
IV.	Desgl.	Maximum der möglichen Fieberhitze.	Desgl.	44°,44 C (?)	Sauvage u. Currie.
V.	Zwei erwachsene Männer.	Remittirendes Fieber.	Unter der Zunge.	39°,44 C.	Berger.
VI.	Kinder.	Scharlach.	Haut.	41°,11 C.	Carrie.
	Erwachsene.	Anhaltende Fieber.	Haut.	42°,77 C.	de Haen.
VII.	* 32jähriger Mann.	Mit Bronchitis complicirter Typhus.	Mundhöhle.	39°,65 C.	Becquerel u. Breschet.
			Biceps brachii.	38°,80 C	
VIII.	Erwachsene.	Gelbes Fieber.	Haut.	38°,88 C.	Schwenkie
IX.	Desgl.	Remittirendes gelbes Fieber.	Haut.	37°,44 bis 40°,55 C.	Chisholm.
		Desgl. im heftigsten Fieberanfalle.	Desgl.	38°,88 bis 44°,44 C.	
X.	* 24jähriger Mann.	Mit Bronchitis complicirte Darmentzündung.	Biceps des rechten Armes.	39°,50 C.	Becquerel u. Breschet.
XI.	Erwachsener Mann.	Großer Absceß an der Vorderseite d. Oberschenkels.	Haut beider Oberschenkel.	33°,74 C.	Berger u. Maunoir.
			In der Tiefe des Abscesses unmittelbar nach der Oeffnung desselben.	39°,44 C.	
XII.	Desgl.	Großer Absceß unter d. Oberschenkelbinde.	Achselhöhle.	36°,25 C.	Berger.
			Unter der Zunge.	36°,87 C.	
			In dem Abscesse.	38°,44 C.	

Nro.	Individuum.	Krankheit.	Geprüfter Theil.	Eigenwärme.	Beobachter.
XIII.	*Junges Mädchen.	Skropheln mit Fieberaufregung.	Mundhöhle.	37°,50 C.	Becquerel und Breschet.
			Biceps brachii.	37°,25 C.	
			Entzündete Skrophelgeschwulst an dem unteren Theile des Halses.	40°,00 C.	
			Fungöse Geschwulst im Zellgewebe.	40°,00 C.	
XIV.	*30jähr. Frau.	Skropheln.	Mundhöhle.	36°,75 C.	Becquerel und Breschet.
			Biceps brachii.	37°,00 C.	
			Benachbartes Zellgewebe.	35°,00 C.	
			Geschwulst am Halse.	37°,50 C.	
XV.	* Junger Mann.	Skrophulöser Beinfraß am Fuß.	Mundhöhle.	36°,50 C.	Becquerel und Breschet.
			Biceps brachii.	37°,50 C.	
			Im Fuße oberhalb der Aponeurosis plantaris.	32°,00 C.	
XVI.	* Frau.	Brustkrebs.	Mundhöhle.	36°,60 C.	
			Biceps brachii.	36°,60 C.	
			Cancer.	36°,60 C.	
			Die wuchernden Fungositäten.	36°,60 C.	
XVII.	* 60jähriger Mann.	Merkurialzittern.	Rechter Biceps brachii, der mehr zitterte.	37°,04 C.	
			Linker Biceps brachii, der weniger zitterte.	37°,15 C.	
XVIII.	* „ „ „	Bauchwassersucht mit Herzaffection.	Biceps brachii.	37°,05 C.	
			Flüssigkeit in d. Bauchhöhle.	37°,65 C.	
XIX.	Desgl.	Wassersucht.	Abgezapftes hydropisches Wasser.	38°,30 C.	Carlisle.
XX.	Frau.	Lähmung des Fußes nach Durchschneidung des N. ischiadicus.	Aeußerer gesund. Knöchel.	30°,00 C.	Romberg.
			Kranker Knöchel.	31°,25 C.	
			Gesunde Zehen.	28°,75 C.	
			Kranke Zehen.	30°,00 C.	
XXI.	* 66jähriger Mann.	Hemiplegie.	Biceps brachii der gesunden Seite.	36°,85 C.	
			Derselbe der rechten Seite.	36°,85 C.	

Nro.	Individuum.	Krankheit.	Geprüfter Theil.	Eigenwärme.	Beobachter.
XXII.	* 45jähriger Mann.	Hemiplegie der linken Seite mit Anfang von Gangraena senilis an den Füßen.	Mundhöhle.	36°,40 C.	Becquerel und Breschet.
			Biceps brachii der gesunden Seite.	36°,40 C.	
			Desgl. der kranken.	36°,60 C.	
			Wadenmuskeln der gesunden Seite.	36°,60 C.	
			Desgl. der kranken.	36,°60 C.	
XXIII.	* 49jährige Frau.	Paraplegie mit Anschwellung u. heftigen Schmerzen in den Füßen.	Biceps brachii.	37°,14 C.	
			Adductoren d. Schenkels.	37°,55 C.	
XXIV.	Mann.	Paralyse des linken Armes in Folge eines Schlüsselbeinbruches.	Gesunde Achselhöhle.	35°,55 C.	Earle.
			Kranke Achselhöhle.	33°,33 C.	
			Gesunder Arm.	35°,00 C.	
			Kranker Arm.	26°,66 C.	
			Gesunde Hand.	32°,22 C.	
			Kranke Hand.	21°,66 C.	
XXV.	Mädchen bei 12°,77 C. Lufttemperatur.	Durchschnittene und nicht wiedererzeugte Ulnarvene.	Finger und Handfläche der gesunden Seite.	16°,66 C.	
			An der gelähmten Hand an der Basis der Rückenfläche des kleinen Fingers.	13°,33 C.	
			Desgl. zwischen dem kleinen Finger und dem Ringfinger.	13°,88 C.	
			Desgl. an der Außenseite des Zeigefingers.	15°,55 C.	
			Desgl. zwischen Zeige finger u. Daumen.	16°,66 C.	

Bei fast allen diesen pathologischen Erfahrungen läßt sich wiederum ein Zusammenhang zwischen den Veränderungen der Eigenwärme und denen des Kreislaufes und der Athmung mehr oder minder nachweisen. Daß wir im Fieber und bei Hautentzündungen eine Erhöhung der Wärme haben, erklärt sich aus der dann Statt findenden Verstärkung des Kreislaufes und des Athmungsprocesses von selbst. Bei dem Typhus war überdies die Temperatur der Mundhöhle etwas höher (= 0°,85 C.) als die des zweiköpfigen Armmuskels. Daß eine gleiche Vermehrung der Eigenwärme bei inneren Entzündungen Statt findet, läßt sich schon theoretisch erwarten und erhellt sowohl aus Nr. IX., als z. B. daraus, daß sie bei der tropischen Pleuresie 38°,88 bis 40°,00 C. beträgt (Cloghorn). In einem frischen Absceß, in dessen Nachbarschaft noch eine bedeutendere Zufuhr von Blut Statt findet, zeigten sich 5°,70 C. mehr, als an der daran liegenden äußeren Haut, in einem älteren Eiterdepot, wo die Bedingungen minder günstig sind, nur 2°,19 C. mehr, als in der Achselhöhle. Skrophulöse Subjecte, welche fiebern, bieten in ihren Skrophelgeschwülsten aus denselben Gründen fast 3° C. mehr, als in ihrer Mundhöhle oder ihren Muskeln dar. Fehlt dagegen die fieberhafte Aufregung, so bleibt zwar die Geschwulst immer noch höher temperirt, als die Mundhöhle und die Muskeln. Allein der Unter-

schied beträgt dann nur 0°,50 bis bis 0°,75 C. Sehr auffallend dagegen und zum Theil wie es scheint, vorläufig unerklärlich ist die bedeutende Erniedrigung, welche in dem cariösen Fuße Statt fand und die im Verhältniß zur Mundhöhle 4°,50 C., in Proportion zu dem Muskel 5°,50 C. betrug. Es wäre daher sehr zu wünschen, daß Versuche der Art wiederholt würden, um so die Regel für diesen Krankheitsfall genauer kennen zu lernen. Nicht minder eigenthümlich ist es, daß der Brustkrebs keine höhere Temperatur darbietet, es sei denn, daß die krebsigen Massen weniger Blut enthalten oder daß die Kohlensäure- und Wasserbildung durch den zersetzenden Einfluß der Jauche vermindert ist. Da ein in Bewegung begriffener Muskel etwas höher temperirt wird, als ein ruhender, so scheint auch noch eine Wiederholung der Prüfung bei Mercurialzittern, wobei sich keine Differenz der Art ergab, nothwendig. Daß hydropisches Wasser, welches sich in dem Unterleibe befindet, die Wärme der Nachbartheile mehr oder minder zeige, versteht sich von selbst. Was endlich die scheinbar einander so widersprechenden, bei den Lähmungen erhaltenen Resultate betrifft, so erklären sie sich auf eine natürliche Weise, wenn man eben die Verhältnisse des Blutes in Erwägung zieht. Ein paralytischer Theil kann noch eben so gut oder fast so reichlich ernährt werden und den gleichen Grad von Circulation, wie ein gesunder haben. Deshalb können Hemiplegische an beiden Seiten dieselbe Eigenwärme darbieten. Treten in einem gelähmten Organe Anschwellungen ein, so sind diese wahrscheinlich mit Blutcongestionen verbunden. Es kann sich so eine geringe Temperaturerhöhung (bei Nr. XXIII. = 0°,41 C.) herausstellen. Durchschneidet man den Hüftnerven und findet keine Wiedererzeugung des letzteren Statt, so bildet sich bei dem Menschen wie bei den Thieren ein Geschwür am Fuße. Dieses aber, welches auch bei der Nr. XX. aufgeführten Frau vorhanden war, verursacht eine größere Congestion und durch diese eine Erhöhung der Temperatur. Werden aber umgekehrt gelähmte Glieder schlechter mit Blut versehen und befinden sie sich mehr in Ruhe, so muß diese, wie es aus XXIV. und XXV. specieller erhellt, sinken.

Da im Todeskampfe Kreislauf und Athmung immer schwächer werden, so vermindert sich auch die Eigenwärme. Dieses lehrt schon das Gefühl der Hand bei Berührung von Sterbenden. Bei einem Manne, der an zusammenfließenden Blattern litt und sich in Agone befand, ergaben wenige Minuten vor dem Tode der Biceps brachii 35°,85 C. und die Hand 32°,00 C. (Becquerel u. Breschet). Nach dem Tode, wo die Wärmequelle aufhört, wird der Leichnam im Allgemeinen um so eher erkalten, je niedriger die Temperatur der Umgebung ist. Da nun aber bei Ohnmachten die inneren Organe wärmer bleiben, so kann man die Prüfung der Temperatur des Magens mittelst eines an einen Fischbeinstab befestigten Thermometers als Kriterion des wahren Ablebens zum Unterschiede vom Scheintode benutzen (Fr. Nasse) [1]. 104

Die vorzüglichste, ja wahrscheinlich die alleinige Ursache der Eigenwärme des Menschen ist der in unserm Körper Statt findende Verbrennungsproceß, welcher überall, wo ein Kreislauf und ein Stoffwechsel existirt, vor sich geht. Mit der eingeathmeten atmosphärischen Luft tritt unser Blut in den Lungen in Wechselwirkung. Es nimmt Sauerstoff auf, giebt Kohlensäure ab und ändert dadurch seine dunkelrothe Farbe in eine hellrothe um. Es wird so arteriell. Geht aber umgekehrt das Arterienblut in den ernährenden Capillargefäßen der Organe in venöses Blut über, so 105

---

[1] S. Fr. Nasse u. H. Nasse Untersuchungen zur Physiologie und Pathologie Heft I. Bonn. 1835. 8. S. 129—38. Fr. Nasse die Unterscheidung des Scheintodes von dem wirklichen Tode, zur Beruhigung über die Gefahr, lebendig begraben zu werden. Bonn. 1841. 8.

verschwindet ein Theil des in demselben enthaltenen Sauerstoffes. Es erscheint statt seiner theils Kohlensäure, theils wahrscheinlich auch Wasser, d. h. Kohlenstoff und Wasserstoff oder vielmehr eine diese Stoffe enthaltende organische Substanz wird verbrannt, elementaranalysirt. Hierdurch verschwindet aber nur eine Portion des dem Blute beigemischen Sauerstoffes. Ein anderer Theil desselben kreist ferner noch mit ihm, dient jedoch später zu ähnlichen Zwecken. Ueberall, wo Capillaren vorhanden sind, wo Arterienblut in Venenblut verwandelt wird, wo ein Stoffwandel existirt, muß diese Elementaranalyse, diese Verbrennung eintreten. Es wird daher natürlich an jeder Stelle unseres Körpers, welche Blutgefäße führt, ein Quantum Wärme frei werden. Diese wird dann die höhere Temperatur unseres Organismus bedingen.

Als Beleg für diese Behauptung muß durch Zahlen nachgewiesen werden, daß auf diesem Wege so viel Wärme entwickelt werden könne, daß der Körper trotz der verschiedenen Abkühlungsmomente, welche ihn treffen, dennoch eine constante mittlere Temperatur seiner inneren Theile von 37°,18 C. zu behalten vermag. Gesetzt nun, ein erwachsener Mann verbrauche in 24 Stunden 745 Cubikdecimeter oder Litres Sauerstoff, so werden diese dazu dienen, um einen Theil organischer Substanz desselben zu verbrennen und aus ihm neben anderen Producten Kohlensäure und Wasser zu bilden. Diese beiden Verbindungen werden aber, wenn sonst kein Oxygen in andere Substanzen übergeht, mehr Sauerstoff, als jene 745 Litres betragen, enthalten, und zwar um so viel mehr, als die verbrannten Substanzen des Körpers ursprünglich Oxygen besessen haben. Da dieses jedoch ein unbestimmbarer Werth ist, so wollen wir annehmen, daß der durch die Hautausdünstung abgehende verbundene Sauerstoff diese Menge compensirt, und uns daher nur an die Lungenausdünstung halten. Um aber die Rechnung zu vereinfachen, wollen wir den Barometerstand als constant ansehen und die Differenz der Temperatur der eingeathmeten und der ausgeathmeten Luft außer Acht lassen. Nun entfernt ein Individuum, welches in 24 Stunden 745 Litres Sauerstoff verzehrt, durch das Ausathmen während derselben Zeit ungefähr 636 Litres Kohlensäure. Da aber diese 636 Litres Sauerstoff enthalten, so bleiben noch 109 Litres für die Wasserverbindung. Diesen entsprechen dann 218 Litres Wasserstoff. Nun wiegt 1 Litre Kohlensäure bei 0° C. 1,9805 Grm. (Berzelius u. Dulong), mithin, wenn der Ausdehnungscoefficient 0,369 ist (Mittel nach Magnus u. Regnault), bei 37°,18 C. 1,74160 Grm. Es enthält daher bei der letzteren Temperatur 0,47497 Grm. Kohlenstoff (das Atomgewicht des letzteren = 75,00). Deshalb führen die ausgeathmeten 636 Litres Kohlensäure, wenn sie auf 37°,18 C. erwärmt aus den Lungen hervortreten, 302,082 Grm. Carbon. Ein Litre Wasserstoff wiegt bei 0° C. 0,0894 Grm. (Berzelius u. Dulong), folglich bei einem Ausdehnungscoefficienten von 0,366 bei 37°,18 C. 0,0787 Grm. Die 218 Litres Wasserstoff betragen daher 17,158 Grm. Nun theilt die Verbrennung von 1 Grm. Kohlenstoff 1 Grm. Wasser 7226 und die von 1 Grm. Wasserstoff derselben Wassermenge 23400 Celsius'sche Wärmegrade mit (La-

voisier u. Laplace)[1]. Hätten die Theile unseres Körpers dieselbe specifische Wärme, wie das Wasser, so entsprächen den in 24 Stunden verbrennenden 302,082 Grm. Kohlenstoff 2182850° C. und den 17,158 Grm. Wasserstoff 401519° C., im Ganzen also 2584365° C. Wiegt nun der Mensch z. B. 130 schweizer Pfund = 65000 Grm. und denken wir uns den Verbrennungsproceß in seiner ganzen Körpermasse gleichförmig vertheilt, so würde dann in 24 Stunden in 1 Grm. Körpermasse $\frac{302,082}{65000}$ $= 0,0046474$ Grm., d. h. beinahe $^1/_{200}$ Kohlenstoff und $\frac{17,158}{65000} = 0,00026398$ Grm., d. h. $^3/_{10000}$ Wasserstoff dem Gewichte nach verbrennen. Nach der obigen Rechnung käme daher für 1 Grm. in 24 Stunden 37°,7594 C., in einer Stunde 1°,6566 C. und in einer Minute 0°,0276 C. Allein diese Größen müssen noch erhöht werden, wenn wir die specifische Wärme der Theile des thierischen Körpers berücksichtigen. Bis jetzt liegen noch keine an dem Menschen angestellten Detailuntersuchungen vor, und selbst die an Thieren gemachten Erfahrungen stammen sämmtlich aus älterer Zeit. Jedoch lassen sich aus ihnen vorläufig wenigstens ungefähre Werthe entnehmen. Die Wärmecapacität des Wassers = 1 gesetzt, ergab sich für das Spermaceti 0,3990 (Crawford), für das Muskelfleisch 0,7400 (Kirwan), für die Lungen des Schaafes 0,7960, für die noch mit Haaren versehene Haut des Ochsen 0,7870, für das Venenblut 0,8928 und für das Arterienblut 1,0300 (Crawford). Sehen wir nun von dem Fette ab, so haben wir als Mittel 0,8492. Legen wir diese Zahl zum Grunde, so entsprächen dem ganzen Körper in 24 Stunden 3043293° C. Auf je 1 Grm. Körpersubstanz käme für jede Minute 0°,0325 C., für jede Stunde 1°,95 C. und für jeden Tag 46°,820 C. Es könnten daher immerhin jeden Tag für die verschiedenen Abkühlungsmomente, wie die Ausdünstung, die Berührung mit der kälteren Atmosphäre und dem Fußboden, die Einnahme kalter Speisen und Getränke, 9°,64 C. abgehen, und die Temperatur würde sich immer noch auf 37°,18 erhalten. Hierzu kämen aber noch als begünstigende Momente die durch die Wärmecapacität bedingte langsamere Abkühlung und der Schutz, welchen die Oberhaut, die Nägel, die Haare und das Fett als schlechte Wärmeleiter gewähren. Allein anderseits muß auch erwähnt werden, daß jene Berechnung aus zwei Ursachen wahrscheinlich zu groß ist. 1) Ist vermuthlich die Menge des verbrennenden Wasserstoffes und vielleicht auch die des Kohlenstoffes etwas zu groß angenommen worden und 2) wurde zum Grunde gelegt, daß Kohlenstoff und Wasserstoff als solche verbrennen. Sie verbinden sich aber als Bestandtheile bestimmter organischer Substanzen, und dieses kann möglicher Weise die Grade der Wärme, welche sie dann entwickeln, wesentlich ändern. Bis jetzt liegen noch keine Versuche über die bei dem Verbrennen unserer Körpertheile ent-

---

[1]) Der Gleichförmigkeit wegen habe ich mich an diese Zahlen gehalten. Nach Despretz würde der Werth für den Kohlenstoff 7875° C. betragen. Der Wasserstoff hätte nur 22125° C.

stehenden Wärmegrade vor. Wollen wir daher eine Berechnung anstellen, so müssen wir uns mit Parallelzahlen möglichst zu behelfen suchen. Da die Natur bei der Elementaranalyse in unserem Körper nur den größten Theil des Kohlenstoffes und des Wasserstoffes als Kohlensäure und Wasser, den Stickstoff dagegen weder als solchen noch als Ammoniak wiedergiebt, so können wir die Sache auch so ansehen, als würden nur stickstofflose Substanzen zum Zwecke der Lungen- und Hautausdünstung verbrannt — eine Hypothese, deren nähere Belege wir in dem über die Ernährung handelnden Capitel ausführlich kennen lernen werden. Nun verbrennt dabei dann nach der obigen Annahme für jeden Gramm Körpersubstanz 0,00464 Grm. Kohlenstoff und 0,00026 Grm. Wasserstoff, im Ganzen also als runde Zahl 0,005 Grm. organischer Substanz. Es theilt aber bei der Combustion 1 Grm. Talg 1 Grm. Wasser 7186° C. und 1 Grm. weißes Wachs 9479° C. mit. Legen wir die erstere Zahl zum Grunde, so haben wir für 1 Grm. Körpersubstanz und 24 Stunden 35°,93 C. Stützen wir uns aber auf den letzteren Werth, so erhalten wir 47°,495 C., was sich wahrscheinlich noch mehr, als die erstere Berechnung, der Wahrheit nähert. Im letzteren Falle kämen dann auf die Abkühlungsmomente für 24 Stunden (für 1 Grm. Körpersubstanz) 10°,315 C. Reduciren wir die in dem Magen Verstorbener beobachteten, ungefähr gleichförmig gedachten Abnahmen der Temperatur bei 12°, 5 bis 25° C. Luftwärme auf 24 Stunden und nehmen die ursprüngliche Magenwärme zu 37°,5 C. an, so erhalten wir als Mittel von 6 (von Fr. Nasse) [1]) gemachten Beobachtungsreihen 13°,5 C., mithin einen Durchschnittswerth, welcher dem der Berechnung auf eine befriedigende Weise nahe kommt. Beträgt aber die in 1 Grm. Körpersubstanz und 24 Stunden entsprechende Wärme 47°,495 C., so kommen auf eine Stunde 1,979° C. und auf eine Minute 0°,03298 C.

Die oben gegebene Berechnung dient nur als Beispiel. Auf die genaueren Bestimmungen, die complicirter sind, werden wir in der speciellen Physiologie bei der Lehre vom Athmen zurückkommen.

106 Diese Verbrennungshypothese, wie sie vorzüglich in neuester Zeit (von J. Liebig) [2]) hervorgehoben worden, erklärt die meisten Wärmephänomene des Menschen und der warmblütigen Thiere auf eine befriedigende Weise. Essen wir z. B. und sättigen daher unser Blut und die Ernährungsflüssigkeit der Organe mit verbrennlichen Stoffen, so heizen wir gleichsam mehr ein, und die Wärme wird erhöht. Da die trockene kalte Luft dichter ist und daher auch mehr Sauerstoff enthält, so wird dadurch mehr Verbrennungsreiz zugeführt. Wir hungern deshalb mehr in der Kälte, und es wird uns wärmer, wenn wir den Trieb nach neuem Brennstoffe befriedigen. Durch die Muskelzusammenziehung, durch körperliche Bewegung und dgl. wird der Umsatz der Stoffe vergrößert und die Ausscheidung der Kohlensäure befördert. Es wird uns auch alsdann warm. Das Umgekehrte findet

---

[1]) Fr. Nasse Untersuchungen zur Physiologie und Pathologie Hft. I. S. 134 – 136.

[2]) J. Liebig die organische Chemie in ihrer Anwendung auf Physiologie und Pathologie. Braunschweig. 1842. 8. S. 18 fgg.

bei vollkommener Unterdrückung der Hautausdünstung Statt. In Fiebern ist im ganzen Körper, bei Entzündungen oft nur local, der Stoffwechsel und mit ihm die Wärme erhöht und dgl. mehr. Allein nichts desto weniger bleiben noch manche Phänomene unerörtert. Es läßt sich z. B. noch nicht bestimmen, weshalb bei der Uebelkeit und dem Erbrechen die Temperatur der Stirnhaut, der Wangen, der Nase in so bedeutendem Grade sinkt. Daß die Nerven keinen mysteriösen, sogenannten organischen Einfluß ausüben, versteht sich von selbst. Allein indirect müssen sie hier, wie bei anderen krankhaften Zuständen auf den Stoffwechsel und die Wärme einfließen und Veränderungen derselben bedingen. Die höhere Wärme des Arterienblutes ist ebenfalls noch dunkel. Wegen seiner größeren Wärmecapacität ließe sich eine geringere Temperatur, als in dem Venenblute erwarten. Eher noch könnte man annehmen, daß das arterielle Blut sogleich von dem eingeführten Sauerstoff zum Theil Gebrauch macht und etwas stärker verbrennt, oder daß sich in ihm eine Sauerstoffverbindung bildet. Daß aber die Eigenwärme des Menschen und der einzelnen warmblütigen Thiere nur innerhalb verhältnißmäßig enger Grenzen schwankt, hat wahrscheinlich darin seinen Grund, daß die Natur diesen Proceß, wie alle anderen, für jedes Wesen möglichst regulirt hat und daß die Abkühlung der Organe durch äußere oder innere Momente und der Verbrennungsproceß möglichst gleichförmig wachsen und fallen. Daß in sehr hohen Temperaturen, welche der Mensch nur wenige Minuten aushält, eine bloße Erhöhung um einige Grade eintritt, ist bei der Kürze der Zeit ebenfalls erklärlich.

Ich habe hier, wo es sich nur um den Menschen handelt, die Verbrennungstheorie geradezu allein hingestellt, weil sie für jenen fast alle Thatsachen, so weit sich die Sache bis jetzt beurtheilen läßt, auf eine befriedigende Weise erläutert und gewiß eines der fruchtbarsten Resultate der Liebig'schen Forschungen darstellt. Faßt man den Gegenstand von allgemeinerem Gesichtspunkte auf, so bietet die geringe Eigenwärme der Pflanzen und vorzüglich die einzelner kaltblütiger Thiere noch sehr viele Schwierigkeiten dar [1]. Diese dürften jedoch durch künftige Voruntersuchungen über die Athmung und Ernährung dieser Wesen eher verkleinert, als vergrößert werden.

Denkt man sich den mit dem Stoffwechsel verbundenen Verbrennungs- 107
proceß, welcher in allen blutgefäßreichen Theilen unseres Körpers vor sich geht, als den Hauptgrund der Eigenwärme desselben, so wird man unwillkürlich an die Parallele mit einer geheizten Maschine, einer Dampfmaschine, erinnert. Bei genauerer Betrachtung zeigt sich jedoch, daß dieser Vergleich nicht ganz adäquat ist. Bei der Dampfmaschine bildet die Expansion des Dampfes das Wirksame. Auf welchem Wege ein bestimmter Grad von diesem erreicht wird, ist absolut genommen gleichgültig. Wir erzielen es in technischer Beziehung durch Heizung, weil bei Erhöhung der Temperatur die Spannkraft der Dämpfe zunimmt und so jener Zweck am leichtesten erreicht wird. Allein auch auf anderem Wege, z. B. durch Compression, könnte man ein ähnliches Resultat erhalten. In unserem Körper ist die Verbrennung kein zufälliger, sondern ein nothwendiger Begleiter der Wirkungen der Theile, eine unmittelbare Folge der anhaltenden chemischen Um-

[1]) Repertorium Bd. VII. S. 64 fgg.

setzungen, welche diese in der Ruhe und vorzüglich bei ihrer Arbeit erleiden. Wie dem aber auch sei, so lassen sich beide Heizungsweisen mit einander vergleichen. Auch hier ergiebt sich, daß die Natur weit compendiöser, weit sparsamer arbeitet, d. h. mit geringeren Mitteln weit größere Wirkungen, als eine Maschine des Menschen erreicht. Nimmt man an, daß die Kraft eines Arbeiters im Durchschnitt so groß ist (§. 87), daß durch sie 68 bis 78 Pfd., also im Mittel 73 Pfd. in 1 Secunde, 1 Fuß hoch gehoben werden, daß dagegen die eines Pferdes so angesehen werden kann, daß unter den gleichen Verhältnissen die Größe der Last auf 400 bis 420 Fuß wächst, so ergiebt sich daher, daß sich eine Menschenkraft zu einer Pferdekraft ungefähr = 1 : 6 verhält, eine Zahl, die auch in der Technik im Allgemeinen angenommen wird. Nun braucht eine Dampfmaschine von 1 Pferdekraft innerhalb 1 Stunde 20 Pfd., eine solche von 2 Pferdekraft 31 Pfd., von 10 Pferdekraft 100 Pfd., von 20 Pferdekraft 166 Pfd., von 100 Pferdekraft 555 Pfd. und von 200 Pferdekraft 1100 Pfd. Kohlen[1]). Wir sehen hieraus, daß das Verhältniß der Menge des Kohlenverbrauches zur Größe der Pferdekraft bei stärkeren Graden der letzteren abnimmt. Denn wir haben bei 200 Pferdekraft = 1 : 5,5; bei 100 = 1 : 5,5; bei 20 = 1 : 8,3; bei 10 = 1 : 10; bei 2 = 1 : 15,5 und bei 1 = 1 : 20. Es läßt sich daher hiernach erwarten, daß bei $\frac{1}{6}$ Pferdekraft = 1 Menschenkraft die Menge des Brennmateriales eher größer, als kleiner, wie $\frac{20}{6}$ = 3,33 Pfd. oder, wenn 1 (schweizer) Pfd. = 500 Grm., größer, wie 1666 Grm. sein werde. Nun haben wir in dem oben angeführten Beispiele gesehen, daß bei einem Erwachsenen von 130 Pfd. = 65000 Grm. Körpergewicht von 1 Grm. mittlerer Körpersubstanz innerhalb 24 Stunden 0,0046 Grm. Kohlenstoff und 0,0003 Grm. Wasserstoff, im Ganzen also 0,0049 Grm. verbrennt. Dieses beträgt für den ganzen Körper 65000 × 0,0049 = 318,5 Grm. Mithin für eine Stunde $\frac{318,5}{24}$ = 13,271 Grm. Wenn wir aber selbst annehmen, daß eine Dampfmaschine von $\frac{1}{6}$ Pferdekraft nicht mehr Kohlen, als eine solche von 1 Pferdekraft verbraucht, so erhalten wir für dieselbe Zeit einen Kohlenbedarf von 1666 Grm., mithin beinahe 125 Mal mehr. Bei dieser Berechnung aber ist die Verbrennungsmasse des Menschen eher zu groß, als zu klein, das nothwendige Material für eine Dampfmaschine von gleicher Kraft (obgleich vielleicht die oben angegebenen Zahlen bei guten Maschinen noch verringert werden können) eher zu klein, als zu groß angeschlagen; und nichts desto weniger ergiebt sich noch, daß die Natur in dem Menschen 125 Mal sparsamer, als der Mensch in einer Dampfmaschine arbeitet. Nach einer anderen Berechnung (die von Dumas gemacht worden) soll ein Mensch, welcher den Montblanc besteigt, 300 Grm. Kohlenstoff oder ein Aequivalent des letzteren von Wasserstoff verzehren. Eine Dampfmaschine dagegen soll zu dem gleichen Zwecke bloß 1000 — 1200 Grm., also ungefähr das Vierfache nöthig haben.

---

[1]) Pouillet's Lehrbuch der Physik und Meteorologie für deutsche Verhältnisse frei bearbeitet von Joh. Müller. Lief. 3 u. 4. Braunschweig. 1842. 8. S. 323.

Die thierische Wärme unseres Körpers wird noch durch mehrere andere Momente modificirt und erhalten. 1) Wir wissen, daß bei dem Uebergange eines flüssigen Körpers in einen festen Wärme frei und im umgekehrten Falle solche gebunden wird. Bei der Gerinnung des Blutes findet aus diesem Grunde eine Erhöhung, bei dem Verdunsten des Schweißes eine Erniedrigung der Temperatur Statt. Es muß daher auf diesem Wege auch bei der Lungen- und Hautausdünstung ein geringes Abkühlungsmoment gegeben sein. Da bei den gewöhnlichen Ernährungserscheinungen festere Theile einerseits niedergeschlagen und anderseits aufgelöst werden, so müssen sich diese beiden Momente eher das Gleichgewicht halten und für die Temperaturverhältnisse einflußlos vorübergehen. Uebrigens erfolgen die Ernährungsablagerungen so langsam, daß sich die Wärmeerhöhung auf einen längeren Zeitraum vertheilt und daß sie daher momentan unmerklich wird. Dagegen wäre es eher denkbar, daß ein rasch fest werdendes Exsudat eine geringe wahrnehmbare Vermehrung der Wärme bedingte. Ist aber dieses Moment der Wärmeerhöhung schon äußerst klein, so müßte ein anderes in noch höherem Grade verschwindend ausfallen. Werden nämlich feste Körper benetzt, so entsteht eine Hebung der Temperatur. Diese beträgt bei unorganischen Substanzen, welche mit Wasser, Oel, Alkohol, Aether oder Essigsäure befeuchtet werden, 0°,25 bis 0°,50 (Pouillet). Man sieht, daß schon diese Vermehrung der Wärme im Ganzen verhältnißmäßig sehr unbedeutend ist. Allein sie kann nicht einmal in ihrem vollen Werthe eintreten, weil die thierischen Theile constant durchfeuchtet sind und in dieser Beziehung höchstens nur ein größerer oder geringerer Grad von Benetzung in Betracht zu kommen vermag. Man irrt daher gewiß nicht, wenn man jenes physikalische Phänomen bei Beurtheilung der thierischen Wärmeverhältnisse gänzlich außer Acht läßt oder sogar für unanwendbar hält. 2) Unsere äußere Körperoberfläche setzt der Abkühlung, welche durch die umgebende Luft und den stützenden Boden Statt findet, einen verhältnißmäßig bedeutenden Widerstand entgegen und erhält daher sich selbst und dadurch die inneren Theile wärmer. Alle dichteren Horngebilde sind, wie das Fett, schlechte Wärmeleiter. Die Oberhaut, die Nägel und vorzüglich die Haare schützen deshalb vor Erkältung. Gehen wir im Winter aus, so frieren wir früher an den Zehen, als an dem Fußballen, weil dieser eine dickere Oberhaut hat, als jene. Ein Mensch, dessen Kopf mit dichtem Haar bewachsen ist, besitzt durch dieses eine Art natürlicher Mütze, welche seinen Schädel warm hält. Das Thier, welches stets nackt bleiben muß, empfängt als Bekleidung seiner gesammten Haut oder des größten Theiles derselben Haare, Wolle, Federn, Schuppen u. dgl. Der Mensch, der sich durch seine Intelligenz die nöthigen Schutzmittel zu verschaffen im Stande ist, entbehrt dieser so ausgedehnten Unterstützung der Natur. Nur zartere Theile, wie der Schädel, ein Theil des Gesichtes, die Achselhöhlen, der Schaamberg, haben ihre Haarbedeckung. Wir ergänzen diesen Mangel durch Kleider, die aus schlechten Wärmeleitern bestehen und zu denen wir oft, indem wir z. B. die Wolle zu Tuch verarbeiten oder den Pelz zurichten, die natürliche Kleidung der Thiere be-

nutzen. Das unter der Haut liegende Fett bildet gleichsam einen warmen schützenden Panzer, der die Wirkung der Horngebilde vervollständigt. Daher frieren auch fette Personen im Durchschnitt weniger, als magere. Reichen diese Schutzmittel nicht aus, so suchen wir eine fernere Garantie in Wohnung und Heizung. Der Südländer baut seine Häuser von Stein, weil er weniger hohe Kältegrade auszuhalten hat, der Nordländer dagegen, der Bewohner der Hochalpen von einem schlechteren Wärmeleiter, von Holz. Die Zimmer in steinernen Häusern werden dadurch, daß man die Wände mit Holz täfelt, um Vieles wärmer. Hiernach muß schon die sonst so einleuchtende Benutzung gußeiserner Häuser rücksichtlich der Winterkälte einen wesentlichen Nachtheil darbieten. Durch die Heizung versetzen wir uns in eine erwärmtere atmosphärische Luft. Hierbei kommen dann das Brennmaterial und die Größe, Construction und Substanz des Ofens in Betracht. Ein eiserner Ofen erzeugt schnell eine bedeutende Wärme, die aber auch wieder rasch verschwindet. Ein Kachelofen wird langsamer erhitzt, wärmt aber dafür länger. Bei dem Brennmaterial bildet das Wärmequantum, welches durch den Verbrennungsproceß erzeugt wird, ein wesentliches Moment. 1 Grm. trockenes Holz z. B. ist im Stande 36,66 Grm., 1 Grm. lufttrockenes Holz mit 20 % Wassergehalt 29,45 Grm., 1 Grm. lufttrockenes Holz mit 25 % Wasser 26,00 Grm., 1 Grm. Holzkohlen dagegen oder 1 Grm. der besten Steinkohlen 70,50 Grm. und 1 Grm. Coaks 63,45 Grm., 1 Grm. Torf aber nur 15 Grm. Wasser von 0° C. auf 100° C. zu erwärmen. Setzen wir die Wärmemenge, welche das Birkenholz liefert, = 1, so haben wir für die Fichte 1,12, für die Buche 1,35, für die Esche 1,60 und für die Eiche 1,80 (Bull). Endlich 4) führt ein Körper im Allgemeinen die Wärme um so besser fort, je homogener seine inneren Theile sind, dagegen um so schlechter, je mehr diese durch kleine Zwischenräume getrennt werden. Schon aus dieser Ursache müssen auch die inneren Theile unseres Organismus schlecht leiten, langsamer abkühlen, mehr Wärme bei sich behalten und der äußeren Kälte leichter widerstehen. Während daher so die Erhaltung der höheren Wärmegrade im Leben begünstigt wird, verliert selbst die Leiche, wie die oben erwähnten Wärmemessungen im Magen und manche Sectionen lehren, die höhere Temperatur ihrer inneren Organe nur sehr langsam.

109 Instinctmäßig wählt der Mensch, um seinen inneren Körperzustand bei belästigenden Temperaturgraden auf eine entsprechende Weise zu modificiren, die zweckmäßigsten Mittel. In der Hitze bleiben wir so ruhig als möglich oder lassen uns sogar vom Schlafe überwältigen. Der Südländer hält regelmäßig seine Siesta. Im Kalten dagegen laufen wir, reiben uns die Hände, schlagen die Arme gegen die Brust u. dgl. Mit einem Worte: in der Hitze suchen wir die Muskelbewegung und durch sie den Verbrennungsproceß zu vermindern, in der Kälte dagegen diesen zu vergrößern. Das Gleiche erstreben wir durch die Auswahl gewisser Nahrungsmittel. In der Kälte sucht sich der Mensch dadurch zu erwärmen, daß er mehr ißt oder alkoholische Getränke, wie Wein oder Branntwein, zu sich nimmt. Wilde Völker im hohen Norden verzehren fast unglaublich viel Speck,

Thran, Talglichter u. dgl. Im heißen Sommer dagegen suchen wir uns durch kaltes Wasser, Gefrorenes, verdünnten Essig, Limonade, Wasser mit kleinen Mengen Wein oder Branntwein, Milch u. dgl. abzukühlen. Während das Fett sehr kohlenstoffreich ist, enthalten die Früchte, welche der Südländer genießt, nie mehr als 12 % Carbon (J. Liebig) [1]). Obgleich uns in dieser Beziehung noch manche Punkte unklar sind, so läßt sich doch wenigstens so viel darthun, daß der Alkohol zu seiner Elementaranalyse mehr Sauerstoff, als die Essigsäure, als die Citronensäure, die wir in der Limonade, als die Fruchtsäuren, die wir in dem Gefrorenen zu uns nehmen, braucht. Im Allgemeinen wird aber ein Körper bei dem Verbrennen eine um so größere Wärme entwickeln, je mehr Oxygen er zu diesem Processe nöthig hat. Aus diesem Grunde stehen in dieser Beziehung die so sauerstoffarmen Oele und Fette so hoch. Der Alkohol hat zur Formel $C_2 H_6 O_1$. Um aus ihm 2 At. Kohlensäure und 3 At. Wasser $= C_2 O_4 + H_6 O_3$ zu bilden, bedarf es 6 At. Sauerstoff. Die Essigsäure dagegen gleicht $C_1 H_2 O_1$. Damit also aus ihr 1 At. Kohlensäure und 1 At. Wasser $= C_1 O_2 + H_2 O_1$ entstehen, braucht es nur 2 At., mithin auf 2 At. Kohlenstoff nur 4 At. Oxygen. 1 At. Citronensäure hat $C_4 H_2 O_4$ zur Formel. Sollen sich 4 At. Kohlensäure und 1 At. Wasser $= C_4 O_8 + H_2 O_1$ bilden, so brauchen zu 1 At. Citronensäure nur 5 At. und auf 2 At. Kohlenstoff nur 2½ At. Sauerstoff hinzuzutreten. Im Magen erzeugt sich aus der genossenen Milch eine reichliche Menge von Milchsäure, welche $C_6 H_{10} O_5$ zur Formel hat. Soll diese elementaranalysirt werden und in 6 At. Kohlensäure und 5 At. Wasser $= C_6 O_{12} + H_{10} O_5$ übergehen, so bedarf es nur 12 At., mithin auf 2 At. Kohlenstoff nur 4 At. Sauerstoff. Wir sehen aber hieraus, daß die genannten organischen Säuren, um ihre gleichen Quantitäten von Kohlenstoff zu verbrennen und dieselbe Menge von Kohlensäure zu erzeugen, weniger Sauerstoff fordern, als der Alkohol unter den gleichen Verhältnissen. Die bei der Verbrennung producirten Wassermengen fallen verschieden aus. Denn bei der Elementaranalyse des Alkohol haben wir 3 At., bei der Essigsäure 2 At., bei der Citronensäure 1 At., bei der Milchsäure 1,66 At. Wasser. Nun haben wir gesehen, daß der Wasserstoff, indem er zu Wasser verbrennt, mehr als 3 Mal so viel Wärme entwickelt, als wenn sich die gleiche Quantität Kohlenstoff in Kohlensäure umwandelt. Es muß daher auch der Alkohol die größte Wärmemenge, die Essigsäure weniger und die Milchsäure und die Citronensäure am wenigsten Wärme frei machen. Dieses stimmt auch vollkommen mit den erwärmenden oder abkühlenden Eigenschaften dieser Körper. Der Alkohol wärmt am besten, während die Milch in der Hitze weniger labt, als Essig. Das kalte Wasser und das Eis vermindern bloß augenblicklich die Temperatur und erzeugen später eine nur um so höhere Reaction. Daher man auch beide umgekehrt als Schwitzmittel gebraucht. Die erfrischende Wirkung sehr geringer Mengen von Alkohol beruht wahrscheinlich auf seiner leichten Verdunstung durch die Lungen und die Haut und auf der so entstehenden späteren Abkühlung.

---

[1]) a. a. O. S. 18.

110 Unser Accommodationsvermögen für verschiedene Temperaturen ist für niedere Wärmegrade größer, als für höhere. Ein Zimmer z. B., welches 18° C. Luftwärme darbietet, kommt uns mäßig warm vor. Bei gehörigem Schutze kann der Mensch noch eine Kälte von — 20° bis 30° C. und noch mehr eine Zeit lang ertragen. Schlagen wir daher die mittlere Hautwärme selbst nur zu 34° C. an, so giebt dieses eine Differenz von 54° bis 64° C. Dagegen ist nach der Bestimmung unseres Gefühles eine Luft schon sehr heiß, wenn sie auf + 25° bis 28° C. temperirt ist. Wir nennen ein Bad kalt, wenn es 0° bis 18°,3 C., frisch, wenn es 18°,3 bis 29°,3 C., warm, wenn es 29°,3 bis 35°,5 C. darbietet, und sehr heiß, wenn es der Temperatur unserer inneren Organe gleichkommt oder dieselbe noch übertrifft. Flüssigkeiten mit den letzteren Wärmegraden werden daher nur zu momentanen Berührungen, z. B. zu Douchen, gebraucht. Quellen, welche, wie z. B. der Sprudel in Karlsbad, 68°,7 C., die heißesten in Aachen 50° C., die in Plombières selbst bis 67° C. haben, können nur abgekühlt zum Baden oder Trinken angewendet werden. In dem heißesten Wasser von Barèges, welches 44° bis 45°,5 C., angiebt, konnte es ein Mensch höchstens 8 Minuten aushalten (Le Mounier). Bei Versuchen vermochte man die Hände in Wasser von 50°,5 C. noch eingetaucht zu lassen. Bei 51°,65 C. war aber dieses nicht mehr möglich (Blagden, Solander und Banks). In einer auf 92°,20 bis 99°,95 C. erwärmten Luft konnte ein Mensch 5 Minuten lang verweilen (Banks)[1]. Es ergiebt sich hieraus, daß der Mensch eine weit höhere Luft-, als Wassertemperatur zu ertragen im Stande ist. Denn bei der Atmosphäre gleicht das Maximum beinahe 66° C., bei dem Wasser nur beinahe 18° C. mehr, als die mittlere Wärme der äußeren Haut ausmacht. Sehen wir aber auf die Erscheinungen des gewöhnlichen Lebens, so wird schon der Aufenthalt in einer Luft, deren Temperatur der Wärme des inneren Theiles des Menschen gleichkommt, vorzüglich dem Nordländer fast unerträglich. In den heißesten Monaten (vom März bis Ende Juli) z. B. steigt das Thermometer auf Borneo auf 40°,5 bis 41°,65 C., in Madras, Pondicheri und Oberägypten auf 40° bis 46°,8 C., mithin höchstens 9 bis 10° C. höher, als unsere inneren Körpertheile, und 12° C. höher, als unsere Haut temperirt ist. Nichts desto weniger aber leiden wir dabei verhältnißmäßig mehr, als wenn sich die Temperatur 20° bis 30° C. unterhalb jener Größen unserer Eigenwärme befindet.

Ergiebt sich aber hieraus, daß wir so mehr für mäßigere und niedrigere Wärmegrade geschaffen sind, daß dieses Verhältniß, wie die übrigen, den Eigenthümlichkeiten der Atmosphäre angepaßt ist, so läßt sich der Grund dieser Erscheinung ebenfalls einsehen. Gegen die niederen Temperaturgrade können wir durch stärkere Verbrennung, durch mehr Nahrung, durch wärmere Bekleidung leichter nachhelfen. Für die Hitze bildet zwar die vermehrte Verdunstung auf der Haut und die verstärkte Absonderung des Schweißes ein Correctionsmittel. Allein dieses ist verhältnißmäßig unbe-

[1]) Philosophical Transactions. 1775. Part. I. p. 117.

deutend. Eine Reduction des Verbrennungsprocesses ist nur in beschränktestem Maaße möglich, weil durch ihn unsere Maschine in den Gang gebracht, unsere Thätigkeiten belebt werden müssen. Wenn nun der gesunde Körper im Allgemeinen so viel Wärme bereitet, daß er außer den nothwendigen Abkühlungsmomenten noch ungefähr 37°,18 C. für seine inneren Körperorgane übrig behält, so muß, sobald bei Erhöhung der äußeren Temperatur die Abkühlung wegfällt oder geringer als die für sie bestimmte Größe wird, ein unbehagliches Gefühl von Wärme, von Verbrennen in unserem Innern entsteht. Dieses erläutert auch, weshalb z. B. ein Fieberkranker, bei dem nur wenige Grade mehr, als 37°,18 C. für die inneren Organe nach Abzug der Abkühlung bleiben, vor Hitze zu vergehen glaubt, weshalb sich eine solche Empfindung bei Trockenheit der Haut nur noch vergrößert und warum diese uns bei der Berührung die lästige Perception des Calor mordax verursacht.

Da die Größe des Verbrennungsprocesses und die Lebhaftigkeit der 111
Functionen innerhalb gewisser Grenzen mit einander wachsen und abnehmen, so erklärt sich hieraus die erfrischende Wirkung der Kälte und die ermattende der Hitze. Denn während der Organismus in dem ersteren Falle durch die Berührung mit der kalten Atmosphäre mehr abkühlt, compensirt sich dieses dadurch, daß eine kältere d. h. eine dichtere Luft eingeathmet, mithin ein stärkerer Verbrennungsproceß unterhalten wird. In der Hitze findet das Umgekehrte Statt. An unserem Körper werden aber zuvörderst die Theile, welche mit den kalten Gegenständen zunächst in Berührung kommen, Wärme verlieren. Hierher gehören die Haut und in geringerem Grade die Oberfläche der Lungen, weil sich in den letzteren die kalte Luft mit der schon vorhandenen erwärmten mischt. An der Haut frieren zunächst die nicht durch Kleider oder Haare geschützten Theile, wie die Hände, das Gesicht und endlich die Füße, welche mit dem kälteren Fußboden in anhaltender Berührung sind. Bei gleicher Temperatur wird aber eine ruhige Atmosphäre weniger, als eine bewegte abkühlen. Denn im letzteren Falle kommt jeden Augenblick eine neue kalte Luftschicht mit dem Hauttheile in Contact. Daher sind auch die Winde im Allgemeinen kalt und nur dann warm, wenn sie erwärmtere Luftschichten herbeiführen und kältere verdrängen. Für diese Einwirkung aber werden diejenigen Theile, welche mehr Oberfläche darbieten oder hervorstehen, die günstigsten Bedingungen erzeugen. Wir frieren daher am leichtesten an den Fingern und den Zehen, der Nase, den Ohren, dem Kinne. Nun haben wir früher gesehen, daß der Durchgang von Flüssigkeiten durch Capillarröhren durch die Kälte sehr verlangsamt wird. Es wird sich daher das Blut in kalten Hauttheilen mehr ansammeln. Diese röthen sich deshalb und turgesciren, indem so mehr Ernährungsflüssigkeit ausgeschieden wird, in höherem Grade. Bleibt aber das Blut längere Zeit in ihnen, so muß es stets venöser, dunkler werden. Hauttheile, welche sehr lange der Kälte ausgesetzt waren, erhalten deshalb eine blaue Färbung. Dauert dieser Proceß noch länger fort, so hören dadurch die Ernährung und der normale Stoffwechsel auf. Der Theil erfriert. Die Circulation stockt in ihm. Er entfärbt sich und

wird zuletzt selbst brandig. Wird allmählig von Neuem Wärme in ihn eingeleitet, so kehrt, wenn die Störung keinen zu hohen Grad erreicht hat, das frühere Leben zurück. Wenn nicht, so vertrocknet er mumienartig, reizt gleich einem fremden Körper, erzeugt Entzündung und Eiterung in den benachbarten gesunden Theilen, bedingt so die Bildung einer sogenannten Demarcationslinie und wird endlich, gleich etwas Fremdartigem, losgestoßen. Hierbei werden natürlich die Knochen den größten Widerstand leisten. Es löst sich daher auch ein erfrorenes Glied entweder von selbst im Gelenke ab, oder die Natur trennt alle Weichtheile und entblößt die Knochen, welche dann der Chirurg durchsägen muß. Aus den oben angeführten Gründen aber werden die Füße, die Hände, die Nasenspitze, die Ohren am meisten der Gefahr des Erfrierens ausgesetzt sein.

Da bei dem Einathmen in niederer Temperatur ein kalter Luftstrom durch unsere Nase streicht, so wird auch in den Capillaren der Nasenschleimhaut der Blutlauf verlangsamt werden. Das Blut wird mehr Wasser ausscheiden, dieses Salze anziehen, und es wird so, durch seine Schwere geleitet, ein schwach gesalzenes Wasser zur Nasenöffnung herausfließen. Wirkt die Kälte länger ein, so dringt die Abkühlung auch durch die Haut durch. Die Circulation der inneren Theile verlangsamt sich ebenfalls, und die Muskeln erlahmen und werden steif. Dieses sehen wir zunächst an den Fingern und am Gesichte. Bleibt endlich ein Mensch einer intensiven Kälte sehr lange ausgesetzt, so dehnen sich diese Effecte immer weiter aus. Die Circulation in den Lungen verliert ebenfalls an Geschwindigkeit. Trotz des reicheren Sauerstoffgehaltes der eingeathmeten Luft oxydirt sich das Blut weniger, bleibt venöser, belebt daher auch in geringerem Grade das Gehirn und erzeugt so Neigung zum Schlafe. Giebt sich der Mensch diesem hin, d. h. vermindert er durch Ruhe noch mehr die Intensität des Verbrennungsprocesses in seinem Körper, so vermehren sich die Symptome nur um so rascher, bis das Leben aufhört. Daher auch bei solchen Graden der Einwirkung der Genuß von vielem Branntwein, welcher, so lange er nicht vollständig elementaranalysirt oder verdunstet ist, die Sucht zum Schlafe vergrößert, nur schädlich sein kann. Es ist aber so der Erfrierungstod gewissermaaßen eine Art von Erstickung. Da der Schmelzpunkt des Blutes $= -3^0,9$ C. ist (Kirwan) und der der verdünnteren Ernährungsflüssigkeit wahrscheinlich noch etwas höher liegt, so gefrieren endlich die inneren Theile des Körpers und die vorschießenden Eiskrystalle zerreißen die einzelnen Gewebe. Daher finden wir z. B. in den Leichen von Erfrorenen, die aufgethaut sind, die Muskeln mürbe, das Gehirn sehr weich. Durch das Gefrieren aber muß dann jeder Lebensfunke, wenn er noch existirt, nur um so intensiver vernichtet werden. Um erfrorene Theile wieder zu beleben, bedienen wir uns der Reibung oder schlechter Wärmeleiter, wie des Schnees, wollener Decken u. s. w., oder Mittel, wie z. B. der Aqua empyreumatica, des Chlor, Oele, welche die faulige oder anderweitige Zersetzung hemmen, oder solcher, welche, wie Alkohol, Campher, Ammoniak, den Kreislauf beleben und beschleunigen.

112 Durch stärkere Wärmegrade werden die Theile unseres Körpers theils

direct, theils indirect, vermöge des dann entstehenden Mangels an Abkühlung, höher temperirt und reagiren deshalb, wenn diese Einwirkung bedeutender ist, durch Schmerz und Abweichungen des Stoffwandels. Niedere Wärmegrade dagegen, wie sie eine heiße Luft darbietet, erzeugen Congestionen nach der Haut und nach einzelnen inneren Organen, wie dem Gehirn, dem Kopfe und den Lungen. Sie werden daher auch Personen, welche zu Schlagfluß oder zu Lungenblutungen Neigung haben, leicht gefährlich. Herz und Arterien klopfen stärker. Der ganze Körper wird gleichsam expandirter. Die Augen treten mehr hervor. Wegen der vermehrten Strömung des Blutes nach der Haut und dem subcutanen Zellgewebe, welche durch den geringeren Druck und die expandirende Kraft der Wärme begünstigt wird, gewinnt leicht die Ausscheidung der Ernährungsflüssigkeit über die Resorption das Uebergewicht, so daß wassersuchtähnliche Anschwellungen der Augenlider, der Hände, der Füße entstehen. Durch warme Umschläge befördern wir deshalb den Eiterungsproceß. Wunden heilen dann früher und leichter durch die erste Vereinigung. Daher man auch mit Erfolg operirte Theile, Amputationsstümpfe in anhaltend geheizten Kasten bisweilen liegen läßt (Breschet). Am ganzen Körper bricht Schweiß hervor, und auch aus den Lungen dunstet eine größere Wassermenge ab. Selbst die Thränen und ein sehr wässeriger Nasenschleim erscheinen bisweilen häufiger. Als Compensation für diese reichlichere Wasserausscheidung wird der Urin sparsamer. Es vermindert sich der Speichel, und es hört eine etwa vorhandene Diarrhö leichter auf. Das Blut verliert bald zu viel Wasser und bedingt das Gefühl des Durstes. Später zeigt sich Prickeln in der Haut. Es treten Schweißbläschen oder sogar entzündliche Affectionen der Cutis, so wie selbst Ansammlungen von größeren Mengen flüssigerer Exsudate zwischen ihr und der Oberhaut hervor. Die Athembewegungen werden lebhafter, der Kopf zum Theil eingenommener, der Körper matter. Häufig stellt sich am Ende Schläfrigkeit, oft auch das Gegentheil ein.

Höhere Hitzegrade zerstören zugleich physikalisch oder chemisch die einzelnen Körpertheile, welche von ihnen getroffen werden. Verbrennen wir uns den Finger, so wird die Haut ausgetrocknet und zu ihrer ferneren Function untauglich. Die verbrannten Nerven schmerzen sehr heftig. Bei der stärkeren Congestion, welche nach der Verbrennungsstelle Statt findet, klopfen die Gefäße bedeutender und bedingen so ein entsprechendes Schmerzensgefühl. Tauchen wir den verbrannten Theil in kaltes Wasser, so hört oft der Schmerz augenblicklich auf, erneuert sich aber, sobald das verletzte Gebilde wieder an die Luft kommt. Durch das Wasser setzen wir die Temperatur hinab und suchen dem Theile, der mehr oder minder ausgetrocknet worden, neue Feuchtigkeit zuzuführen. Gelingt dieses, so hört der Schmerz auf, und es tritt keine Blasenbildung ein. Wenn nicht, so scheidet sich unter der Oberhaut eine helle gelbliche Flüssigkeit aus. Diese hebt jene empor, isolirt sie dadurch von der sie ernährenden Matrix und bedingt so, das Fluidum selbst mag nach außen entleert oder später resorbirt werden, ein Absterben der Epidermis. Nach heftigeren Verbrennungen entsteht Eiterung. Nach dem Aufhören von dieser bleiben meist sehr zusammen-

gezogene und deshalb häufig sehr entstellende und verkürzende, sternförmige Narben zurück. Sehr starke Hitzegrade bringen durch plötzliche Ausdehnung die Decken und Hüllen von Höhlen, z. B. die Bauchdecken, zum Bersten, oder vertrocknen, erhärten und verkohlen die Theile[1]) und machen sie daher zum Leben unfähig. Betrifft die Verletzung nur eine einzelne Parthie, so wird sie dann durch Eiterung losgestoßen. Dieser Proceß erfolgt aber besser, wenn der Brandschorf gleichformiger ist. Daher z. B. ein weißglühendes Brenneisen, bei freiwilligem Hinken, bei Gelenkleiden, bei Rückenmarksaffectionen u. dgl. angewendet, besser wirkt, als ein rothglühendes, welches mehr sägenartig verletzt. Da sich aber ein Theil, der heftig gebrannt wird, mit einer fest anhaftenden verkohlten Kruste bedeckt und so vollkommen abgeschlossen wird, so erklärt sich hieraus, weshalb man sich in der Chirurgie zur Stillung bedeutender, vorzüglich parenchymatischer Blutungen des Glüheisens bedient. Seine intensive Zerstörung macht es auch tauglich, Aftergebilde aller Art auszurotten und so als Supplement des chirurgischen Messers zu dienen. Die nachfolgende Eiterung, durch welche das Verbrannte später losgestoßen wird, kann nur in zweifacher Hinsicht nützen, 1) nämlich, um in torpiden Theilen eine lebhaftere Reaction zu erregen. Deshalb werden z. B. bisweilen träge Fistelgänge mit Nutzen ausgebrannt. 2) Ist ein oberflächlicher Hauttheil verkohlt worden, so entsteht in Folge der späteren Reaction eine größere Zuströmung des Blutes zu den Nachbartheilen. Diese wird daher von tieferen Parthieen abgeleitet. Hierauf beruht die Anwendung des Glüheisens, der Moren bei freiwilligem Hinken, bei Gelenkkrankheiten, bei tiefen Eiterungen, bei Rückenmarksleiden, bei Nervenschmerzen. Unter sonst gleichen Verhältnissen wird aber ein sich mehr und mehr verstärkendes Feuer, welches allmählig heranrückt, in einem ausgedehnteren Bezirke, als ein plötzliches Verbrennen wirken. Deshalb leisten die schwächeren Moren oft mehr, als ein in heißes Wasser getauchter Hammer oder ein Glüheisen, und passen eher bei Nervenaffectionen, als bei tiefen hartnäckigen Entzündungen und Eiterungen.

Magnetismus.

113 Der menschliche Körper besitzt keine **magnetischen Eigenschaften** und wird auch durch den mineralischen Magnetismus auf keine besondere Weise afficirt. Wenigstens konnte ich nie bei den verschiedenartigsten Applicationen der stärksten Magnete an mein Auge, mein Ohr oder andere Theile meines Körpers die geringste sichere Wirkung wahrnehmen. Ob die verschiedenen Zustände des Erdmagnetismus von bedeutendem Einflusse auf unseren Organismus sind oder nicht, ist noch unbekannt. Was man mit dem Namen des thierischen Magnetismus bezeichnet hat, zeigt, abge-

---

[1]) Siehe z. B. den Bericht von Magendie über die bei dem Unglücke auf der Eisenbahn zwischen Paris und Versailles Umgekommenen. Zeitschrift für die gesammte Medicin. Bd. 20. Hamburg. 1842. 8. S. 264.

sehen von seiner Wahrheit überhaupt, keine Verwandtschaft mit den physikalisch-magnetischen Erscheinungen. Daß die chemischen Processe und die ungleichen Wärmegrade der Theile unseres Körpers indirect durch Vermittelung eines elektrischen Multiplicators auf die Magnetnadel wirken müssen, versteht sich von selbst.

Elektricität.

Unserem Organismus fehlt die manchen Fischen, wie z. B. den Zitterrochen, dem Zitteraale und dem Zitterwelse[1]) zukommende Fähigkeit, nach Willkür elektrische Schläge auszutheilen und diese als Waffe zu gebrauchen. Nur bei einzelnen, sehr seltenen Krankheitsfällen soll sich ein solcher elektrischer Zustand einstellen, daß man aus dem Menschen, wie aus einem geladenen Conductor einer Elektrisirmaschine Funken zu ziehen vermag. Der gesunde Organismus bietet bloß insofern elektrische Strömungen dar, als sich in ihm benachbarte Theile von verschiedener Dichtigkeit mit differenten Oberflächen berühren, die Organe verschieden temperirt sind und sich in ihnen mannigfache chemische Processe einleiten. Schon an und für sich müssen aber diese elektrischen Spannungen nur sehr gering sein, so daß sie nicht sowohl unmittelbar, als mit Hilfe der Condensatoren oder Multiplicatoren wahrgenommen werden können. Allein dadurch, daß alle blutgefäßreichen Gewebeelemente unseres Körpers mit der Ernährungsflüssigkeit, als einem guten Elektricitätsleiter, durchtränkt sind, müssen die elektrischen Ströme sogleich allseitig vertheilt und abgeleitet werden. Nur in den trockenen Horngebilden, wie der Oberhaut, den Nägeln und den Haaren, kann sich unter günstigen Verhältnissen ein Quantum Elektricität anhäufen und sich später plötzlich mit einer Explosion, mit Schlag und Funken, entladen. 114

Wie es scheint, verhalten sich im Allgemeinen die dichteren Theile unseres Körpers zu den minder dichten positiv elektrisch. Man bestimmt dieses an sensiblen Multiplicatoren, indem man je zwei organische Theile mit den beiden Enden der Leitungsdrähte in mittelbare Berührung bringt. Bei möglichst gleichen Oberflächen erschienen z. B. während des Contactes mit dem Quecksilber der Galvanometernäpfchen Stücke der Gastrocnemii eines 1 Stunde vorher amputirten Untenschenkels gegen Fett, die Innenfläche der Haut und den Schienbeinnerven positiv, gegen Schienbeinschlagader, Achillessehne und Knochen dagegen negativ. Der Knochen war überdies gegen den Schienbeinnerven, die Achillessehne gegen die Schienbeinschlagader, diese gegen die Innenfläche der Haut positiv. Blut und Urin (des Kaninchens) verhielten sich zu Wasser und Blut zu Urin ebenfalls positiv[2]). Hiernach kämen auf die Knochen die stärksten positiven, 115

---

[1]) R. Wagner Handwörterbuch der Physiologie mit Rücksicht auf physiologische Pathologie. Bd. I. Braunschweig. 1842. 8. S. 257 fgg.

[2]) Ebendasel bst S. 294—95.

auf sehr wässerige Flüssigkeiten und wahrscheinlich auf das Fett die bedeutendsten negativen Werthe. Schreiten wir von der positiven zur negativen Beschaffenheit fort, so hätten wir für die festen Theile Knochen, Sehne, Arterienhaut, Innenfläche der Haut nebst Fett, für die Flüssigkeiten Blut, Urin, Wasser, d. h. in jeder dieser beiden Reihen verhielte sich ein bestimmter Theil zu dem vorhergehenden negativ, zu dem folgenden positiv electrisch. Daß durch andere Flüssigkeiten, wie Quecksilber, durch Ungleichheiten der Berührungsflächen, der Temperatur, der Durchfeuchtung u. dgl. Abweichungen entstehen können, versteht sich von selbst. Daher kommt es, daß wir so häufig äußerst verschiedene Werthe am Galvanometer erhalten, wenn wir die Drähte oder Näpfe desselben auf das Gerathewohl berühren oder wenn wir den einen von jenen in den Mund führen, den anderen in der Hand behalten oder bei Thieren nach Zufall in verschiedene Organe einstechen. Alle Versuche der Art haben, wenn sie nicht mit der größten Minutiosität vollführt werden, keinen Werth. Im Allgemeinen ergab sich bei enthäuteten Kaninchen, daß seitlich symmetrische Theile bei möglichst gleichen Contactflächen sehr kleine Abweichungen zeigten, daß mit Vergrößerung des Longitudinalabstandes der Berührungspunkte der Ausschlag zuzunehmen und in der Majorität der Fälle, nicht aber in allen der Kopf in Verhältniß zu den Füßen positiv zu sein schien. Die trockene Epidermis dagegen wirkt gar nicht auf die Magnetnadel. Da die Horngebilde, wenn sie nicht durchfeuchtet sind, als schlechte Elektricitätsleiter auftreten, so können sie eher für die inneren nasseren Theile des Körpers als Isolatoren thätig sein und selbst, wenn sie mit anderen Substanzen gerieben werden, in dem Charakter einer bestimmten Elektricität erscheinen. Dadurch kann an der äußeren Haut, wenn die Luft trocken ist und deshalb nicht zu sehr durch ihre Feuchtigkeit ableitet, ein geringer Grad von Hautelektricität zum Vorschein kommen. Allein auch diese Phänomene sind, weil sie von zu vielen Nebenumständen abhängen, sehr unbeständig. Bei Nichtisolation des Individuums erhält man am Bohnenbergerschen Elektrometer häufig gar keine und oft keine constante Abweichung. Stellten sich drei Männer nach einander auf den Isolirschemmel, so erschien fast immer zuerst ein geringes Quantum positiver, dann gar keine und zuletzt eine kleine Menge negativer Elektricität. Nach älteren Erfahrungen sollten Männer größtentheils positive, Frauen meist negative Elektricität angeben (Pfaff und Ahrens). Allein spätere Beobachtungen lehrten, daß die Spannung bei Männern, wie bei Frauen, bei gesunden wie bei kranken Individuen, positiv sei (H. Nasse). Eben so problematisch bleiben die Angaben, daß bei verschiedenen Krankheiten die verschiedene Beschaffenheit der Hautabsonderungen und die verschiedene Art der Hautelektricität mit einander im Zusammenhange stehen, daß bei saueren Secreten positive, bei basischen negative Elektricität frei werde und daß diese daher bei sauerem Schweiße, bei Masern, bei Zehrfiebern und im Anfange von acuten Rheumatismen positiv, bei Wechselfieber, Scharlach und Influenza negativ sei (Heidenreich). Alle solche Verhältnisse erlauben aber keine bestimmten Schlüsse über pathologische Zustände.

Schon zu sehr verschiedenen Zeiten tauchte die Idee auf, daß die Elektricität mit dem in den Nerven wirkenden Principe, dem Nervenfluidum, identisch sei. Daß dieses jedoch nicht der Wahrheit entspreche, läßt sich am besten durch die Verhältnisse der elektrischen Fische darthun. Hätte hier die Natur dem Thiere eine stärkere Elektricitätsentwickelung als Waffe geben wollen, so brauchte sie nur den Nervenapparat zu verstärken oder die dabei sich entwickelnde Elektricität durch Condensation oder Multiplication zu verdichten. Keines von beiden findet aber Statt. Wir sehen vielmehr in den elektrischen Organen der Zitterfische Apparate, welche sich noch am meisten mit galvanischen Batterien parallelisiren lassen. Ueberdies zeigt eine genauere Vergleichung des feineren Nervenverlaufes in ihnen mit den durch Beobachtung constatirten Richtungen der entwickelten Elektricität, daß sowohl bei dem Zitterrochen, als bei dem Zitteraale die Strömungsdirection des Nervenfluidum auf der der Elektricität senkrecht steht. Eine solche gegenseitige Beziehung finden wir aber nur bei heterogenen Agentien, wie z. B. bei Magnetismus und Elektricität. Es läßt sich hieraus vermuthen, daß diese und das Nervenfluidum verschiedenartige Principe darstellen, daß sie sich aber wechselseitig erregen und daß daher Strömungen des Einen Strömungen des Anderen bedingen. Daß ein jeder in unseren Körper eingeleitete elektrische Strom, wenn er stark genug ist, die Energieen des Nervensystemes in Thätigkeit setze, ist längst bekannt. Auf diesem Grundsatze beruht auch der größte Theil der medicinischen Anwendungsarten der Elektricität. Dagegen gelang es bis jetzt noch nicht, die durch Nerventhätigkeiten entstehenden elektrischen Strömungen am Multiplicator mit Bestimmtheit nachzuweisen. Der Hauptgrund dieses Uebelstandes liegt offenbar in der Durchfeuchtung aller thierischen Theile, welche von Nerven durchzogen und durch diese direct afficirt werden. 116

Durch vergleichende Untersuchungen ergab sich, daß Wasser von 37°,7 C. 117
die Electricität 3881 Millionen Mal schlechter leitet, als metallisches Kupfer. Der Widerstand, welchen die thierischen Theile, vorzüglich die Nerven, der Elektricitätsströmung entgegensetzen, ist 10 — 20 Mal geringer, als der, welchen destillirtes Wasser von der angegebenen Temperatur bedingt. Es ist daher die Leitung dieser organischen Gebilde nur 388 bis 194 Millionen Mal geringer, als die des reinen Kupfers, dessenungeachtet aber verhältnißmäßig sehr groß (W. und Ed. Weber)[1]. Aus diesem Grunde muß jede schwache elektrische Spannung sofort abgeleitet und ausgeglichen werden.

Die verschiedenartige Wirkung der Elektricität auf den thierischen 118
Körper erklärt sich durch ihre differenten physikalisch-chemischen Effecte, so wie durch ihre Eigenschaft, entsprechende Thätigkeiten des Nervenfluidums anzuregen. Stellt sich ein Mensch auf den Isolirschemmel und berührt den Conductor einer Elektrisirmaschine, welche eben geladen wird, so häuft sich ein großer Theil der frei werdenden Elektricität in seinem Körper an,

---

[1]) Ed. Weber Quaestiones physiologicae de Phaenomenis galvano-magneticis in corpore humano observatis. Lipsiae. 1836. 4. p. 12. sqq.

weil seine Oberhaut, seine Haare, seine Kleider zu den schlechten Elektricitätsleitern gehören. Allein diese haben nicht Kraft genug, die Elektricität vollkommen abzuschließen. Bleibt das Individuum noch mit dem gewöhnlichen Fußboden in Verbindung oder ist die Atmosphäre sehr feucht, so erscheint eine sehr geringe oder gar keine Wirkung, weil die mitgetheilte Elektricität sogleich in den Boden, oder in die Luft, oder in beide weiterströmt. Daß selbst unter günstigeren Verhältnissen etwas der Art Statt findet, lehren die vermehrte Hautausdünstung, welche ein auf einem Isolirschemmel befindliches Individuum darbietet, das Gefühl, als sei der behaarte Theil des Gesichtes mit Spinngewebe überzogen und vorzüglich das Emporsträuben der Haare, sobald sich größere Elektricitätsmengen in ihm anhäufen. Da die Elektricität aus dünnen und langen Körpern leichter, als aus massigen austritt, und die Haare nur relativ schlechte Leiter sind, so erzeugt sich, wenn ein größeres Elektricitätsquantum in dem Körper vorhanden ist, eine vermehrte Ausströmung derselben längs der Kopfhaare und längs der unbedeckten Theile der Haut des Körpers. Jene richten sich daher auf eine unmittelbar auffallende Weise auf. Da aber auch dasselbe bei den abgeschnittenen Stümpfen der Barthaare und den kleinen Wollhärchen Statt findet, so entsteht dadurch jenes schwache Hautgefühl, als berühre ein Spinnwebennetz die Oberfläche jener Theile. Aus der gleichen Ursache scheint auch die Elektricität die Ausströmungen an freien äußeren und inneren Oberflächen, mithin die Ausdünstungen und die Absonderungen in gelindem Grade zu befördern.

Ist in einem Menschen eine größere Menge von Elektricität angehäuft, so verhält er sich wie jeder andere mäßig schlecht leitende Körper, der sich in gleichem Falle befindet, d. h. die Elektricität springt, wenn er von einem anderen Leiter nur durch eine dünne Luftschicht getrennt ist, mit Geräusch und Funkenbildung über. Bei sehr großer Elektricitätsmenge kann durch bedeutendere Massen von Atmosphäre hindurch eine Selbstentladung Statt finden. Im Momente der Ausgleichung aber bedingt die überspringende Elektricität eine Reihe subjectiver Reactionen, welche in dem Körper des abgebenden Individuums auftreten. 1) Es entsteht ein Knacken in den Gelenken, welches um so schmerzhafter wird und sich über eine um so größere Zahl von Gelenken ausdehnt, je stärker die Ladung war, je plötzlicher die Ausgleichung eintritt. Die Ursache dieser Erscheinung liegt vermuthlich darin, daß die Knochen als die dichtesten Theile unseres Körpers das größte Quantum von Elektricität aufnehmen. Nun sind sie in den Gelenken von einander getrennt. Es findet daher hier ein stärkeres Ueberspringen Statt. Es müssen dann die Nerven der Gelenke mehr Elektricität, als diejenigen Nerven, welche Knochentheile in unmittelbarer Nachbarschaft haben, fortleiten. 2) Die Muskeln zucken unwillkürlich, weil die Elektricität die bewegenden Nerven derselben zur Aeußerung ihrer Thätigkeit anregt. 3) Aus demselben Grunde entsteht bei höheren Graden von Elektricität Schmerz, weil die empfindenden Nerven auf ähnliche Weise afficirt werden. 4) Endlich kann noch, wenn die Elektricität den Sehnerven, den Hörnerven, den Geruchsnerven oder den Geschmacksnerven trifft, Feuersehen, Ohrensausen,

subjectiver Geruch und subjectiver Geschmack auftreten. Sind die Nerven durch den elektrischen Schlag zu sehr angegriffen worden, so erzeugt sich momentan oder anhaltend ein lähmungsartiger Zustand. Daher knicken dann die Füße leicht zusammen. Deshalb kann nach heftigen elektrischen Entladungen das Schwächegefühl in den unteren Extremitäten, vorzüglich in den Knieen wochenlang zurückbleiben. Daher vermögen endlich bedeutende elektrische Schläge, abgesehen von der durch die Temperaturerhöhung und die Funkenbildung bedingten Verbrennung, heftig zu verletzen oder zu tödten. Die Elektricität wird auf diese Weise zu einem Heilmittel, indem sie torpide, gelähmte Nerven reizt, gleichsam übt und so zu ihrem früheren normalen Thätigkeitszustande zurückzuführen im Stande ist. Wo dagegen schon ohnedies eine zu große Reizbarkeit vorhanden ist, kann sie diese nur erhöhen oder durch Ueberspannung derselben Lähmung hervorrufen, mithin in jeder Beziehung eher schädlich als vortheilhaft wirken. Allein selbst in den für die Anwendung der Elektricität geeigneten Fällen muß man die Aufregung, welche das Einschlagen der Funken, gleich kleineren Verbrennungen, in der Haut und den darunter liegenden Theilen verursacht, die Röthe und bei höherem Grade der Einwirkung die Anschwellung und Entzündung, welche auf diese Art entstehen, berücksichtigen. Eben so muß die Größe der in Thätigkeit gesetzten Elektricität und die Form des überführenden Conductors nach Verschiedenheit des leidenden Theiles und der Reizempfänglichkeit des Individuums bestimmt werden. Wie aber eine sehr starke Entladung einer großen Elektrisirmaschine oder einer kräftigen Leidener Batterie Bewußtlosigkeit oder selbst den Tod zur Folge haben kann, so finden wir das Gleiche bei heftigen elektrischen Schlägen, welche von der Atmosphäre ausgehen, nämlich bei dem Blitze. Wirkt dieser schwächer, so haben wir Ohnmacht, Verbrennungen der Hautstellen, längs welcher er hingefahren, lähmungsartige Affectionen oder Schwäche der Muskeln, welche getroffen worden, und nachfolgende fieberhafte Aufregung. Die Brandwunden der Haut erscheinen in der Regel an Stellen, welche tiefer liegenden stärkeren Knochen entsprechen, weil diese wahrscheinlich als dichtere Gebilde den elektrischen Strom besser anziehen. In Leichen von Personen, die durch den Blitz plötzlich getödtet worden sind, soll das Blut flüssiger bleiben, die Todtenstarre fehlen und die Fäulniß früher eintreten.

Bei der galvanischen Elektricität belegt man zum Unterschiede von 119
den magnetischen, thermischen und chemischen Effecten derselben die eigenthümlichen Einwirkungen auf die Nerven des menschlichen und thierischen Organismus mit dem Namen der physiologischen. Im Allgemeinen sind diese wesentlich dieselben, wie die der Reibungselektricität. Ihre Größe steht meist mit der Größe der Funkenbildung, welche mit einer galvanischen Strömung verbunden ist, nicht aber mit der der producirten Wärme oder der erzeugten chemischen Zersetzung in gleichem Verhältnisse. Eine sehr bedeutende Verlängerung des Leitungsdrahtes einer galvanischen Kette vergrößert z. B. die Funkenbildung und den physiologischen Effect derselben, nicht aber in gleichem Maaße die Kraft, mit welcher chemische Verbindungen

zerlegt werden. Auf diesem Wege kann z. B. die Wirkung eines Plattenpaares von 1—2 Quadratzoll Oberfläche unerträglich gemacht werden. Einlagen von Eisenblech oder Eisendraht in die Höhle der Windungen des Leitungsdrahtes verstärkt diese Wirkung bedeutend. Die Grove'sche Säule dagegen, welche sehr schnell das Wasser in Wasserstoff und Sauerstoff zersetzt, besitzt gar keine proportionellen physiologischen Effecte. Hieraus folgt dann zunächst, daß wir z. B. bei Einwirkungen auf die Nerven nur einen Apparat der ersteren, in der Absicht der Verbrennung dagegen, z. B. des Ausbrennens alter Fistelgänge, einen solchen der letzteren Art zu wählen haben. Da aber auch hier nur in dem Momente, wo eine Ausgleichung Statt findet, d. h. nur in dem Augenblicke des Schlusses oder des Oeffnens der Kette eine physiologische Wirkung auftritt, so müssen wir, sobald wir hinter einander eine Reihe von Schlägen in den Körper einführen wollen, in möglichst kurzer Zeit das Schließen und Oeffnen der Kette möglichst häufig zu wiederholen suchen. Zu diesem Zwecke dienen dann die Commutatoren, die Gyrotrope, welche man entweder an einfachere galvanische Ketten oder an sogenannte galvanische Schnecken oder Apparate mit Verlängerung des Leitungsdrahtes anbringt. Die magnetelektrischen Maschinen von Clarke, Saxton, Ettingshausen bedingen einen solchen Wechsel schon von selbst.

Die allgemeineren Gesetze dieser Wirkungen aber stimmen ihren Grundprincipien nach mit denen der Reibungselektricität überein. 1) Abgesehen von der Größe des Effectes, sind die Erreger, sobald nur eine elektrische Strömung überhaupt entsteht, völlig gleichgültig. Wir erhalten daher sowohl bei Ketten, welche durch thierische Theile, wie Muskeln, Sehnen, Nerven u. dgl. aufgebaut werden, als bei Combinationen von Säuren, Alkalien, Salzen, Metallen u. s. w. proportionelle physiologische Effecte. 2) Ebenso erscheinen diese sowohl in Folge der gewöhnlichen galvanischen Elektricität, als durch thermische Elektricitätsströmungen, durch magnetische, wie Inductionsapparate. 3) Jeder Nerv, welcher von einem galvanischen Strome getroffen wird, antwortet mit einer seiner Eigenthümlichkeit entsprechenden Wirkung. In den Sinnen entstehen auf ähnliche Art, wie dieses schon bei der Reibungselektricität angeführt worden, subjective Sinneserscheinungen, in den sensiblen Nerven Schmerz und durch die Thätigkeit der bewegenden Nerven Bewegung der entsprechenden Muskeln. 4) Die Verschiedenheit des positiven und des negativen Stromes verursacht ebenfalls, wie delicatere Versuche lehren, eine Verschiedenheit der physiologischen Einwirkung. Da nun der Schließungsstrom einer Kette dem Oeffnungsstrome entgegengesetzt ist, da wir mithin, wenn z. B. bei dem Schlusse der Kette eine positive Richtung auftritt, bei dem Oeffnen derselben eine negative haben, so wird auch der Schließungseffect ein anderer, als die Oeffnungswirkung sein können. Betrachten wir die Endverbreitung eines Nerven als dessen Peripherie, Gehirn und Rückenmark dagegen als das Centrum des Nervensystemes, so erzeugt sich nach dem sogenannten Marianinischen Gesetze bei centripetalem positiven Strome eher Schmerz, bei centrifugalem eher Bewegung, während bei negativer Strömung häufiger das Umgekehrte Statt findet. Ist daher z. B.

bei dem Schlusse einer Kette die Empfindungserscheinung bedeutender, so wird sich bei dem Oeffnen derselben die Bewegung vergrößern. 5) Bei der Inductionselektricität kann den speciellen Verhältnissen nach ein bloßer bedeutender Oeffnungseffect auftreten. Verlängern wir den Leitungsdraht, rollen ihn spiralig ein und verstärken ihn dadurch, daß wir ein Bündel von Eisendrähten in ihn einsetzen, so erhalten wir nur eine sehr starke Schmerzensempfindung bei dem Oeffnen der Kette. 6) Ist die Reizbarkeit eines Theiles für einen positiven Strom z. B. erschöpft, so bleibt er noch für einen negativen sehr empfänglich, und umgekehrt. Man kann daher z. B. einen reizbaren Muskel eines getödteten Thieres durch den Wechsel der Elektroden, durch die sogenannte voltaische Alternative längere Zeit in Thätigkeit erhalten.

Alle diese Verhältnisse werden in der speciellen Physiologie ausführlicher erörtert werden. In diese gehören auch die Specialbemerkungen über die medicinische Anwendung der physiologischen Wirkungen des Galvanismus. Die thermischen und chemischen Effecte desselben erlauben nur einen sehr beschränkten Gebrauch in der Medicin und Chirurgie. Zum Brennen bedürfen wir erst nicht der Erwärmung durch einen galvanischen Strom. Nur wenn wir z. B. einen sehr gebogenen Fistelgang ausbrennen wollten, könnten wir der Zeitersparniß wegen die Elektroden kalt und mit Muße einführen und dann durch eine Grove'sche Säule rasch erwärmen. Ausgedehnterer Anwendungen sind die chemischen Effecte fähig, indem sich dadurch trübe organische Theile aufhellen, Substanzen auflösen, Medicamente in die Tiefe einführen lassen u. dgl. mehr. So z. B. hat man die Application der Elektroden galvanischer Ketten zur Aufhellung der Trübungen der Hornhaut und der Linse (Crusell, Lerche u. Heidenreich), zur Verkleinerung wassersüchtiger Augäpfel (Schuberth), zur Schmelzung von Ausschwitzungen, zur Auflösung nekrotischer Knochen (Chossat), zu dem Einführen von Jod in das Innere von Geschwülsten (Fabré-Palaprat) u. dgl. empfohlen. Alle diese Vorschriften beruhen aber noch auf Einzelversuchen, welche sich bis jetzt keiner allgemeineren Anwendung erfreuten, diese aber gewiß wenigstens zum Theil verdienen.

Allgemeine chemische Verhältnisse.

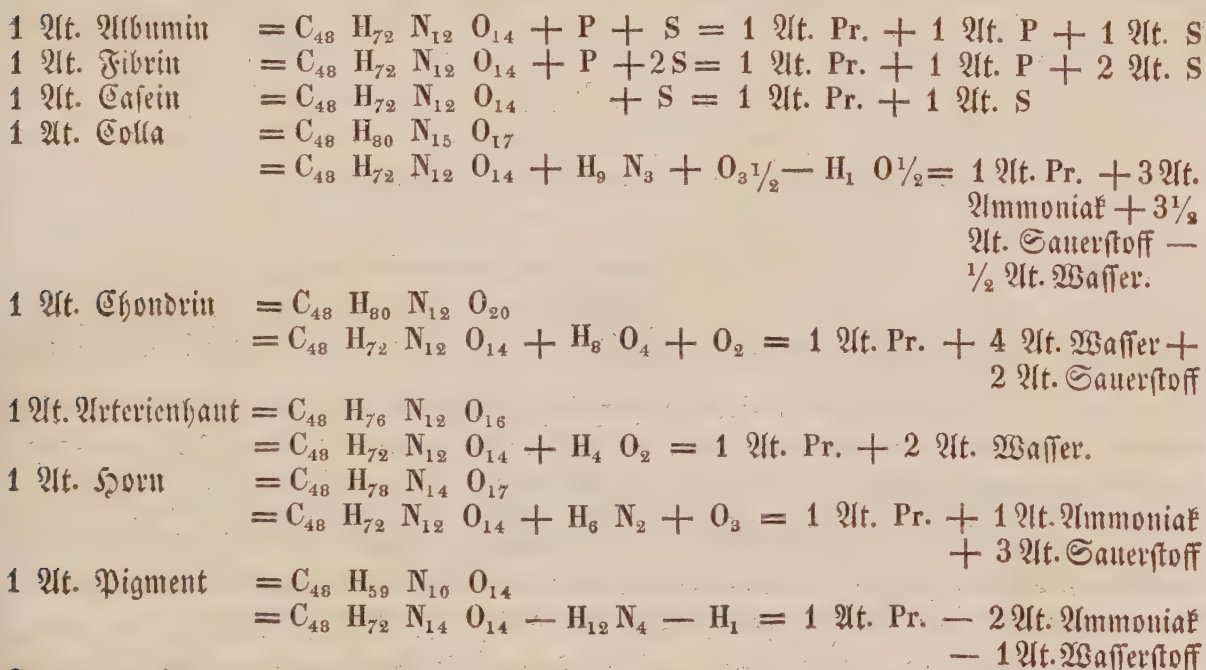
Um die Substanz unserer Organe herzustellen, bedient sich die 120
Natur keiner eigenthümlichen einfachen Stoffe, welche etwa den übrigen Körpern fehlten, sondern im Gegentheil nur solcher Massen, welche überall auf der Erde vorhanden sind, damit der Mensch an allen Orten des Erdballs die zu seiner Erhaltung nothwendige Restitution seiner Körpertheile vornehmen und, abgesehen von den durch die Temperatur bedingten Hindernissen, unter allen Breite- und Längegraden leben könne. Das größte Quantum unseres Organismus bilden die feuerflüchtigen Elemente desselben, d. h. organische Verbindungen des Kohlenstoffes, des Wasserstoffes, des Stickstoffes und des Sauerstoffes. In und neben diesen haben wir noch im Normalzustande Schwefel, Phosphor, Chlor, Kiesel, Fluor, Kalium, Natrium, Calcium, Magnesium, Eisen und Mangan. Es gehen also im Ganzen in die Mischung unseres Körpers 15 Elementarstoffe oder etwas mehr, als $1/4$ von den bis jetzt bekannten chemisch unzerlegbaren Substanzen ein. Jod, Brom, Aluminium, Titan, Arsen, welche überdies zu verschiedenen Zeiten als normale Elemente unserer Organe aufgeführt

worden sind, existiren in der Regel nicht in ihnen. Dagegen können sie sowohl, als die übrigen einfachen Substanzen durch Nahrungsmittel, durch Medicamente oder durch Gifte in unseren Körper eingeführt werden und in ihm, meist mit den organischen Substanzen desselben verbunden, kürzere oder längere Zeit verbleiben. Jene geringe Mannigfaltigkeit an einfachen Stoffen aber, welche zu dem Aufbau unserer Körpertheile erforderlich ist, macht es möglich, daß, wenn einmal der Impuls zum Leben des Menschen gegeben ist, die Herbeischaffung des zur Erzeugung, Erhaltung und Vergrößerung der Körpertheile nothwendigen Materials keine erheblichen Schwierigkeiten bereitet. Bei den Thieren und den Pflanzen kehrt dasselbe Gesetz wieder. Es kommen bei den letzteren nur wenige Elemente wie Jod, Brom, Aluminium, Kupfer u. dgl. hinzu, und selbst diese existiren nur bisweilen, und dann auch in der Regel in bloß geringeren Quantitäten. Auf diese Weise konnte der größte Theil der Erdoberfläche die Zierde der organischen Schöpfung erhalten. Diese wäre aber natürlicher Weise gefährdet oder unmöglich gewesen, wenn nur ein Element, das sparsamer vorkommt oder in größeren Tiefen der Erde ruht, einen wesentlichen Bestandtheil der organischen Theile ausgemacht hätte.

121 Da die athmosphärische Luft aus Stickstoff und Sauerstoff besteht und Beimischungen von Kohlensäure und Wasserdämpfen führt, da also auf diese Weise in ihr die vier Grundelemente, welche die feuerflüchtigen Bestandtheile der Organismen zusammensetzen, enthalten sind, so hat man die wesentliche Masse der lebenden Körper aus einer bloßen Condensation der Atmosphäre oder dieser und des Wassers hergeleitet. Ob ein Proceß der Art bei der ersten Schöpfung der Pflanzen- und Thierwelt eingetreten, ist eine transcendente Frage, welche nicht in das Gebiet der exacten Naturforschung gehört. Daß aber jene Vorstellung den Verhältnissen der Jetztwelt nicht entspreche, lehren vorzüglich die Erscheinungen, welche der Stickstoff darbietet. Wäre jene Idee richtig, so müßte unser Körper seinen Stickstoff aus der Atmosphäre entnehmen. Dieses ist jedoch nicht der Fall. Der Stickstoff der Luft ist keine Assimilationssubstanz für uns. Fehlt das Nitrogen in unseren Nahrungsmitteln, so entnehmen wir dasjenige, welches wir zu unseren Ausleerungen nöthig haben, von unseren eigenen Körperorganen, nicht aber aus der Atmosphäre, die uns umgiebt und die wir einathmen. Ueberhaupt arbeitet unser Organismus möglichst wenig mit einfachen Körpern, sondern fast stets mit zusammengesetzten organischen Substanzen. Schon dem ersten Keime liegen solche zum Grunde. Die Nahrungsmittel müssen immer, wenn das Leben durch sie erhalten werden soll, complexe organische Materien in reichlichem Maaße enthalten. Nur zu dem durch das Athmen bedingten Verbrennungsproceß gebrauchen wir das einfache Oxygen. Sonst aber erscheinen unzerlegte Stoffe und selbst binäre Verbindungen bloß als Nebenproducte der Zersetzung und sind in der Regel zur Ausscheidung bestimmt. So die Kohlensäure und der Wasserstoff in den Gasen, die wir im Magen antreffen, die Kohlensäure und das Wasser, welche durch die Lungen und die Hautausdünstung entleert werden, die Kohlensäure, das Kohlenwasserstoff- und

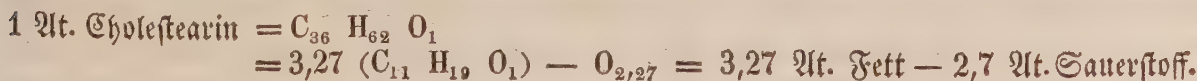
das Schwefelwasserstoffgas, welches im Dickdarme existirt. Nur eine allgemein verbreitete binäre Verbindung, das Wasser, greift in die Verhältnisse unseres Organismus wesentlich ein und ist für das Bestehen und die Thätigkeit desselben eben so unerläßlich, als der Sauerstoff der Luft und die ternären und quaternären organischen Substanzen, welche unseren Körper bilden oder die wir als Nahrungsmittel aufnehmen.

Schon die anatomisch-physiologische Beobachtung lehrt, daß die Natur 122
die verschiedenartigsten Theile unseres Körpers aus einfacheren Grundsubstanzen aufbaut. Der Embryo erhält als verzehrbares Nahrungsmaterial Fett und Eiweiß und bereitet aus diesen beiden Cardinalverbindungen die mannigfaltigen Theile, welche seinen Organismus zusammensetzen. Obgleich die Nahrungsmittel sehr verschiedene Stoffe darbieten, so müssen diese doch bei der Assimilation zum Theil wenigstens auf eine gleichförmige Art so verändert werden, daß sie sich in unsere Organtheile umwandeln können. Wiewohl die organische Chemie bis jetzt nur die kleinere Menge der hierher gehörenden Materien untersucht hat und viele feineren Nüancen der organischen Substanzen, welche sich in den Formverhältnissen zu erkennen geben, in ihren chemischen Eigenthümlichkeiten noch nicht nachzuweisen im Stande ist, so läßt sich doch schon eine ziemliche Reihe von Materien unseres Körpers aus gewissen Grundsubstanzen herleiten. Als die beiden Urverbindungen erscheinen dann als stickstoffloses Product das Fett $= C_{11} H_{19} O_1$ und als stickstoffhaltiger Körper das Protein $= C_{48} H_{72} N_{12} O_{14}$. Bezeichnet man nämlich das letztere mit Pr., den neben ihm im nicht oxydirten Zustande enthaltenen Schwefel und Phosphor mit P und S, so haben wir (Liebig u. Scheerer)[1]:



1 At. Albumin $= C_{48} H_{72} N_{12} O_{14} + P + S$ = 1 At. Pr. + 1 At. P + 1 At. S
1 At. Fibrin $= C_{48} H_{72} N_{12} O_{14} + P + 2S$ = 1 At. Pr. + 1 At. P + 2 At. S
1 At. Casein $= C_{48} H_{72} N_{12} O_{14} + S$ = 1 At. Pr. + 1 At. S
1 At. Colla $= C_{48} H_{80} N_{15} O_{17}$
$= C_{48} H_{72} N_{12} O_{14} + H_9 N_3 + O_{3\frac{1}{2}} - H_1 O_{\frac{1}{2}}$ = 1 At. Pr. + 3 At. Ammoniak + 3½ At. Sauerstoff — ½ At. Wasser.
1 At. Chondrin $= C_{48} H_{80} N_{12} O_{20}$
$= C_{48} H_{72} N_{12} O_{14} + H_8 O_4 + O_2$ = 1 At. Pr. + 4 At. Wasser + 2 At. Sauerstoff
1 At. Arterienhaut $= C_{48} H_{76} N_{12} O_{16}$
$= C_{48} H_{72} N_{12} O_{14} + H_4 O_2$ = 1 At. Pr. + 2 At. Wasser.
1 At. Horn $= C_{48} H_{78} N_{14} O_{17}$
$= C_{48} H_{72} N_{12} O_{14} + H_6 N_2 + O_3$ = 1 At. Pr. + 1 At. Ammoniak + 3 At. Sauerstoff
1 At. Pigment $= C_{48} H_{59} N_{10} O_{14}$
$= C_{48} H_{72} N_{14} O_{14} - H_{12} N_4 - H_1$ = 1 At. Pr. — 2 At. Ammoniak — 1 At. Wasserstoff

Für das Fett erhalten wir:



1 At. Cholestearin $= C_{36} H_{62} O_1$
$= 3{,}27 (C_{11} H_{19} O_1) - O_{2,27}$ = 3,27 At. Fett — 2,7 At. Sauerstoff.

---

[1]) Mit Ausnahme der Colla und des Pigmentes sind hier die von Liebig und Scheerer aufgestellten Formeln zum Grunde gelegt. Ueber die Formeln überhaupt siehe den Anhang zu diesem Abschnitte.

Solche Deductionen dienen aber nicht nur, die Möglichkeit der Herleitung anderer organischen Stoffe aus den beiden Grundmaterien darzuthun und von hieraus Schlüsse auf die Hervorbildung derselben in der Natur zu bauen, sondern auch um die gegenseitige Belehrung von Anatomie, Physiologie und Chemie in ein recht klares Licht zu setzen. Zwei Beispiele mögen dieses zunächst erhärten. Wir wissen, daß die Pigmentmolecüle in manchen ihrer Eigenschaften an Fett erinnern, daß sie bei einzelnen Thieren nicht selten durch gefärbte Oele ersetzt werden und daß sie sehr häufig in der Nähe von Hornsubstanzen vorkommen. Alle diese Punkte können durch eine einfache chemische Combination erklärt werden. Die ursprüngliche Formel des schwarzen Pigmentes des Auges ist: $C_{35}\ H_{43}\ N_7\ O_{10}$. Wir haben aber alsdann, wenn wir uns Horn oder Protein mit Fett verbunden denken, Werthe, in welchen die genannte Pigmentformel enthalten ist. Denn:

$$\left.\begin{array}{lll} 1 \text{ At. Horn} & = & C_{48}\ H_{78}\ N_{14}\ O_{17} \\ 2 \text{ At. Fett} & = & C_{22}\ H_{38}\ \ O_{2} \\ 16 \text{ At. Sauerstoff} & = & O_{16} \\ \hline & & C_{70}\ H_{116}\ N_{14}\ O_{35} \end{array}\right\} = \left\{\begin{array}{lll} 2 \text{ At. Pigment} & = & C_{70}\ H_{86}\ N_{14}\ O_{20} \\ 15 \text{ At. Wasser} & = & H_{30}\ O_{15} \\ & & \\ \hline & & C_{70}\ H_{116}\ N_{14}\ O_{35}. \end{array}\right.$$

Es ist mithin 1 At. Pigment = $\frac{1}{2}$ At. Hornsubstanz + 1 At. Fett + 8 At. Sauerstoff — $7\frac{1}{2}$ At. Wasser. Substituiren wir aber statt der Formel der Hornsubstanz die des Protein, so ergiebt sich: 1 At. Pigment = $\frac{1}{2}$ At. Protein + 1 At. Fett + $\frac{1}{4}$ At. Ammoniak + $9\frac{1}{2}$ At. Sauerstoff — $7\frac{1}{2}$ At. Wasser. Wir sehen hieraus, daß das schwarze Pigment aus einer Verbindung von Hornsubstanz oder Protein mit Fett hervorgehen kann und daß es dann zu diesem Zwecke von dem Letzteren mehr, als von dem Ersteren bedarf. Noch belehrender wird eine andere die Gehirnmaterie betreffende Deduction. Die mikroskopische Anatomie zeigt, daß in dem Gehirn und Rückenmark eine Mischung von grauen und weißen Substanzen existirt und daß sich in diesem Organe Eiweiß und Oel vereinigen. Statt diese Notiz der Anatomie bei ihren Untersuchungen zu benutzen, analysirten die Chemiker das Gehirn im Ganzen, d. h. eine unbekannte Mischung von Eiweiß und Fett. Man kam dabei auf eine eigenthümliche, angeblich stickstoffhaltige Fettsäure, die Cerebrinsäure, und suchte die Anomalie eines Fettes, das Stickstoff führte, durch theoretische Gründe zu stützen. Allein durch eine chemische Deduction, bei welcher die Proteinformel von Mulder zu Grunde zu legen ist, läßt sich zeigen, daß man eben nur das, was sich von anatomischem Standpunkte erwarten ließ, nämlich eine Mischung von Eiweiß und Fett nebst Phosphor, vor sich hatte. Denn

$$\begin{array}{rll} 1 \text{ At. Cerebrinsäure} & = & C_{178}\ H_{340}\ N_5\ O_{38,36363\ldots}\ P_1 = \\ \frac{1}{2} \text{ At. Protein} & = & C_{20}\ H_{31}\ N_5\ O_6 \\ 14{,}3636\ldots \text{ Fett} & = & C_{158}\ H_{273}\ O_{14,36363\ldots} \\ 18 \text{ At. Wasser} & = & H_{36}\ O_{18} \\ 1 \text{ At. Phosphor} & = & P_1 \\ \hline & & C_{178}\ H_{340}\ N_5\ O_{38,36363\ldots}\ P_1. \end{array}$$

Dadurch tritt aber die scheinbare Anomalie, welche sonst die Gehirnsubstanz darbieten würde, wieder in die Regel ein.

Obgleich natürlich alle diese Deductionen rein theoretisch sind und für die speciellen wahren Vorgänge der Umsetzung keine Schlüsse erlauben, so lehren sie doch einerseits, daß sich die heterogensten, wo nicht alle Substanzen unseres Körpers aus Fett und Eiweiß herleiten lassen, und zeigen anderseits, auf welche Art ein solcher Uebergang Statt finden kann und welche Nebenstoffe in die Combination eingehen müssen. Wie bei jeder Theorie, so kann auch hier die Formelcombination zur Spielerei ausarten, dagegen zweckmäßig gebraucht, viele Punkte des Stoffwechsels klarer vor Augen führen.

123 Die neben den feuerflüchtigen Elementen vorkommenden Aschenbestandtheile der organischen Substanzen machen zwar meistens geringere Mengen aus und werden nur da, wo eine größere Härte erzielt werden soll, wie z. B. in dem Horn, den Knorpeln und vorzüglich den Knochen und den Zähnen reichlicher abgelagert. Allein nichts desto weniger liegt wahrscheinlich auch der Vertheilung ihrer Elemente eine genaue Gesetzmäßigkeit zum Grunde. Von vorn herein finden wir in ihnen gewisse,

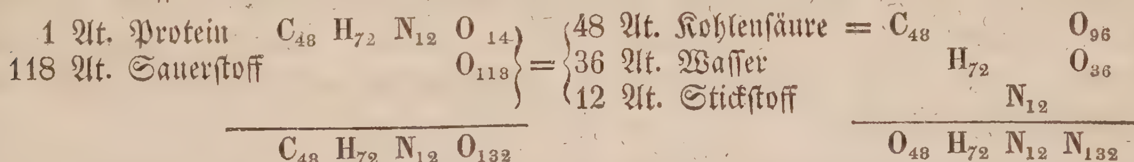
fast überall wiederkehrende Verbindungen, wie z. B. die kohlensauren, die schwefelsauren und die phosphorsauren Alkalien, die Chloralkaloide, die basisch-phosphorsaure Kalkerde, den kohlensauren Kalk, den phosphorsauren oder kohlensauren Talk und das Eisenoxyd. Hierbei werden beinahe constant die alkalischen Salze von erdigen Bestandtheilen, das Eisen von Mangan begleitet. Die Menge der Kalksalze ist immer größer, als die der Magnesiaverbindungen, die des Eisens stets bedeutender, als die des Mangans. Schon hierbei blicken bestimmte Normen durch. Allein bis jetzt liegen noch nicht sichere Erfahrungen genug vor, um diese auf irgend eine genaue Art in ihren Specialitäten zu formuliren.

Soll aber unser Körper trotz der Verschiedenheit der äußeren Nah- 124
rungsmittel die constante Mischung seiner Theile bewahren, so muß er von den zu seiner Erhaltung und Vergrößerung bestimmten Verbindungen einzelne Stoffe mit einer gewissen Auswahl annehmen, andere zurückweisen. Er muß sich vorzüglich an solche Substanzen, welche leichter in die Körperorgane selbst übergehen können, halten. Aus diesem Grunde sind auch nur Wasser und organische Substanzen wahre Nahrungsmittel. Deshalb zehren wir auch nur von der Pflanzen- und der Thierwelt und lassen diese, insbesondere das Pflanzenreich, uns gleichsam vorarbeiten, um so durch sie assimilationsfähigere Nahrungsmittel zu erhalten. Die Vegetabilien bereiten ein Protein und ein Eiweiß, welches mit dem der Thiere nnd des Menschen identisch ist (Mulder). Sie haben ein Albumin, ein Fibrin und ein Casein, das in seiner Zusammensetzung mit dem der Thiere übereinstimmt (Liebig). Die Hauptverbindungen der animalischen stickstoffhaltigen Substanzen werden so schon durch die Pflanzenwelt geliefert. In Betreff der stickstofflosen Producte scheint dieses weniger der Fall zu sein. Es giebt zwar auch vegetabilische Oele und Fette, welche den thierischen sehr nahe stehen, ja vielleicht mit ihnen identisch sind. Allein wenigstens tritt dieser Fall bei den gewöhnlichen, zu unserer Nahrung gebräuchlichen pflanzlichen Fetten nicht ein. Das Baumöl z. B. hat zur Formel $C_{11}H_{23}O$, mithin 4 At. Wasserstoff mehr, als das Menschenfett $= C_{11}\ H_{19}\ O_1$. Es muß also, wenn jenes zu diesem umgewandelt werden soll, eine wesentliche Veränderung eintreten. Ueberdies ist es vielleicht wahrscheinlich, daß unser Körper auch aus anderen flickstofflosen Substanzen Fett bereiten oder dieses als das Nebenproduct von Zersetzungen der stickstoffhaltigen Verbindungen erzeugen kann. (Siehe die Ernährungserscheinungen in der speciellen Physiologie). Gelangen andere heterogenere Verbindungen in unseren Organismus, so entscheidet für sie der Grad der Auflöslichkeit derselben in den Säften und dem Blute und die Verwandtschaft, welche sie zu den einzelnen Stoffen dieser Flüssigkeiten haben. Sie können dann in unsere Körpertheile eintreten oder unversehrt durch unsern Darm durchgehen oder in unseren Organen liegen bleiben. Werden sie angenommen, so werden sie, wenn sie unbrauchbar sind, auf anderen Wegen früher oder später wiederum abgeschieden. Genießt z. B. ein Mensch viel Stärkemehl, Zucker, Oel, so gehen diese in das Blut über. Es vermehrt sich aber auch die Menge der Kohlensäure und des Wassers, welche durch die Lungen- und

die Hautausdünstung entfernt werden. Bei reichlicher Fleischnahrung finden wir mehr Harnstoff im Urine. Die im Wasser löslichen alkalischen oder erdigen Salze treten zwar in das Blut ein, kommen aber, wenn sie in größerer Menge genommen werden, bald wieder in dem Harne hervor. Die Kieselerde dagegen, welche wir in den stark verholzten Theilen der Vegetabilien genießen, durchsetzt den Darmkanal größtentheils unverändert. Nur ein kleiner Theil derselben verwandelt sich in Alkalisilicate, wird dadurch löslicher, kommt so in das Blut, entfernt sich aber meistens wieder bald durch den Urin. Alle reinen Metalle sind nicht assimilationsfähig. Nur indem sie sich oxydiren, können sie Verbindungen eingehen. Eine Kugel endlich, die in den Körper eingeschossen worden, kann sich in ihm Jahre lang erhalten, ohne daß sie durch ihre Auflösung, zu welcher die Kräfte fehlen, verschwindet. Bei allen diesen Thätigkeiten aber bewahrt der Organismus ein bis auf einen gewissen Grad wirkendes Repudiationssystem. Er hat nicht die Kraft, chemische Wahlverwandtschaften absolut zurückzuweisen. Er nimmt den schädlichen Arsenik eben so gut, als das nützliche Fleisch auf. Allein Alles, was ihm im Ueberfluß geboten wird, wird mittelbar oder unmittelbar möglichst entfernt. Ißt ein Mensch zu viel, so entsteht Erbrechen oder es gehen unverdauete Speisereste mit dem Stuhle ab. Nimmt er eine größere Menge eines leicht löslichen Salzes, z. B. ein aus schwefelsaurer Bitterde bestehendes Abführmittel, so wird ein großer Theil desselben, der nicht mit dem Durchfalle austritt, durch den Harn abgeschieden. Dieses Repudiationssystem hat früher häufig die Ansicht, daß unser Körper ein eigenes, von der chemischen Wahlverwandtschaft befreites, organisches Anziehungsvermögen besitze, veranlaßt. Allein je weiter Chemie und Physiologie fortschreiten, um so mehr überzeugt man sich, daß die chemischen Grundgesetze überall die gleichen sind. Jenes eigenthümliche Phänomen ist nur das Endresultat der unendlich weisen Combination der in unserem Organismus wirksamen Theile.

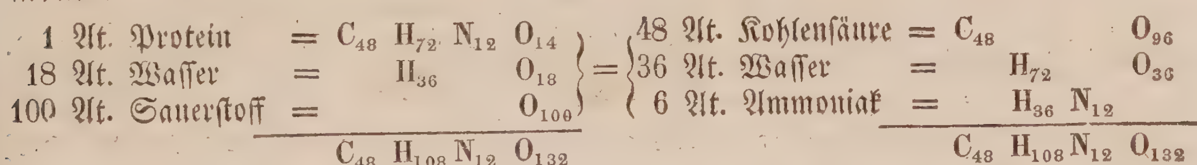
125 In jedem Augenblicke nehmen wir durch unsern Athmungsproceß Sauerstoff auf, während durch die Lungen- und die Hautausdünstung Kohlensäure und Wasser abgehen. Von Zeit zu Zeit werden durch die Excremente, den Harn und die anderen Absonderungen organische und unorganische Verbindungen entfernt. Da aber der Sauerstoff allein diese Ausgaben nicht decken kann, so muß der Körper von einer andern Seite her Substanzen einnehmen. Dieses geschieht durch die Nahrungsmittel. Fehlen diese, so muß er von seiner eigenen Masse zehren, magert ab und verhungert endlich. Hält man sich nur an die Einnahme von Sauerstoff und die Ausscheidung von Kohlensäure und Wasser, so hat man einen Verbrennungsproceß, ähnlich demjenigen, welchen die Chemie bei der organischen Elementaranalyse einleitet. Keine organische Verbindung nämlich enthält Sauerstoff genug, um mit allem vorhandenen Kohlenstoffe Kohlensäure, mit allem Wasserstoff Wasser zu bilden. Führt sie überdies noch Stickstoff, so hat sie nie Wasserstoff genug, um mittelst dessen außer der Wasserbildung alles Nitrogen in Ammoniak zu verwandeln. Wäre dieses der Fall, so würde auch die stärkere binäre Verwandtschaft siegen und die

Herstellung der complicirteren Vereinigung der organischen Elemente unmöglich werden. Zerlegen wir aber eine organische Verbindung auf elementaranalytischem Wege, so verbrennen wir sie mit Kupferoxyd oder mit chromsaurem Bleioxyd, mit oder ohne Luftstrom, in gewöhnlicher Atmosphäre oder unter Sauerstoffgas, d. h. wir führen ihr so viel Sauerstoff zu, daß aller Kohlenstoff als Kohlensäure, alles Wasserstoffgas als Wasser erhalten werden kann. Versehen wir z. B. 1 At. Fett = C_{11} H_{19} O_1 mit $30\frac{1}{2}$ At. Sauerstoff, so erhalten wir 11 At. Kohlensäure C_{11} O_{22} und $9\frac{1}{2}$ At. Wasser H_{19} $O_{9\frac{1}{2}}$ und können rückwärts aus der Menge der Kohlensäure die des Kohlenstoffes, aus der des Wassers die des Wasserstoffes berechnen. Das Quantum des verbrannten Fettes minus der Summe der Mengen der gefundenen Größen des Kohlenstoffes und des Wasserstoffes giebt uns die Quantität von Sauerstoff, welche in dem Körper von vorn herein existirte. Bei stickstoffhaltigen Verbindungen wird auf diesem Wege den Stickstoff frei, weil der Wasserstoff mehr Anziehung zum Sauerstoff als zum Stickstoff hat und daher, wenn er kann, eher Wasser als Ammoniak bildet. Verbrennen wir daher z. B. 1 At. Protein = C_{48} H_{72} N_{12} O_{14} mit 118 At. Sauerstoff, so erhalten wir 48 At. Kohlensäure, 36 At. Wasser und 12 At. freien Stickstoff. Denn



1 At. Protein C_{48} H_{72} N_{12} O_{14}	=	48 At. Kohlensäure =	C_{48} O_{96}
118 At. Sauerstoff O_{118}		36 At. Wasser	H_{72} O_{36}
		12 At. Stickstoff	N_{12}
C_{48} H_{72} N_{12} O_{132}			O_{48} H_{72} N_{12} N_{132}

Wollen wir aber das Nitrogen als Ammoniak wieder haben, so müssen wir die organische Substanz in einer besondern Elementaranalyse mit Aetzkalk und Kalihydrat glühen. Es zersetzt sich hierdurch ein Theil des hinzugefügten Wassers in Wasserstoff und Sauerstoff. Während der letztere die Verbrennung bewerkstelligen hilft, producirt der erstere Ammoniak. Auf diese Art erhalten wir dann aus 1 At. Protein, 18 At. Wasser und 100 At. Sauerstoff 48 At. Kohlensäure, 36 At. Wasser und 6 At. Ammoniak. Denn

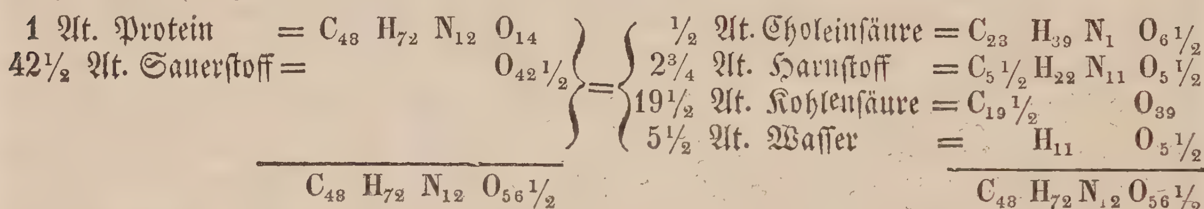


1 At. Protein = C_{48} H_{72} N_{12} O_{14}	=	48 At. Kohlensäure =	C_{48} O_{96}
18 At. Wasser = H_{36} O_{18}		36 At. Wasser =	H_{72} O_{36}
100 At. Sauerstoff = O_{100}		6 At. Ammoniak =	H_{36} N_{12}
C_{48} H_{108} N_{12} O_{132}			C_{48} H_{108} N_{12} O_{132}

Dadurch, daß wir zur Ammoniakbildung 18 At. Wasser hinzugefügt haben, haben wir auch natürlich 18 At. disponiblen Sauerstoffes erhalten und so nur 100 At. desselben gebraucht, während wir früher 118 nöthig hatten.

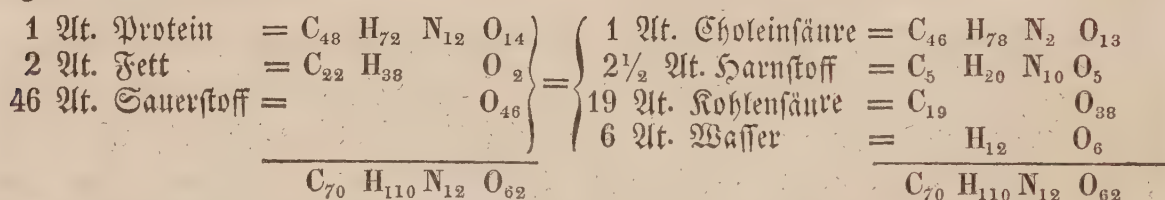
Man sieht aber leicht, daß, wenn auch der Sauerstoff unseres Blutes zu ähnlichen Verbrennungszwecken dient, wenn auch Wasserzersetzung dabei vorkommt, doch keine vollständige Elementaranalyse Statt findet. Denn so große Mengen von Ammoniak werden nie erzeugt. Auch geht nicht aller Kohlenstoff als Kohlensäure, aller Wasserstoff als Wasser davon, weil die in den Absonderungen und den Excreten enthaltenen organischen Stoffe Portionen dieser Elemente hinwegnehmen. Es muß daher in unserem Organismus eine Vertheilung Statt finden. Eine Parthie der organischen

Verbindung wird auf Kosten des eingeathmeten Sauerstoffes vollständig in Kohlensäure und Wasser verwandelt. Ein anderer Theil geht in die organische Substanz der Absonderungsproducte über. Die beiden Hauptflüssigkeiten aber, welche zu diesen gehören, sind die Galle und der Harn. Der charakteristischeste organische Stoff der Galle ist die sogenannte Choleinsäure, der des Urines der Harnstoff. Wollen wir uns daher ein Bild, wie die unvollständige Elementaranalyse in unserm Organismus vor sich geht, entwerfen, so müssen wir unter Zuziehung von verhältnißmäßig weniger Sauerstoff nicht bloß Kohlensäure und Wasser, sondern auch Choleinsäure und Harnstoff erhalten. In der That ist auch z. B. 1 At. Protein + 42,5 At. Sauerstoff = 0,5 At. Choleinsäure + 2,75 At. Harnstoff + 19,5 At. Kohlensäure + 5,5 At. Wasser. Denn wir haben:



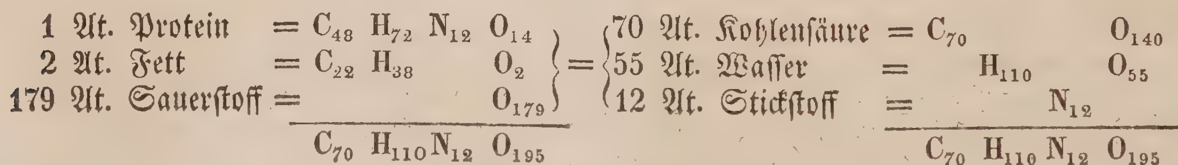
1 At. Protein	= $C_{48}\ H_{72}\ N_{12}\ O_{14}$	=	½ At. Choleinsäure	= $C_{23}\ H_{39}\ N_{1}\ O_{6\frac{1}{2}}$
42½ At. Sauerstoff	= $O_{42\frac{1}{2}}$		2¾ At. Harnstoff	= $C_{5\frac{1}{2}}\ H_{22}\ N_{11}\ O_{5\frac{1}{2}}$
			19½ At. Kohlensäure	= $C_{19\frac{1}{2}}\ O_{39}$
			5½ At. Wasser	= $H_{11}\ O_{5\frac{1}{2}}$
	$C_{48}\ H_{72}\ N_{12}\ O_{56\frac{1}{2}}$			$C_{48}\ H_{72}\ N_{12}\ O_{56\frac{1}{2}}$

Der Organismus verbrauchte daher nur, um die genannten Producte herzustellen, für 1 At. Protein 42½ At. Sauerstoff, während wir bei der Elementaranalyse 118 At. Oxygen nöthig haben. Würden neben 1 At. Protein noch 2 At. Fett gleichzeitig verarbeitet werden, so ergäbe sich folgende Combination:



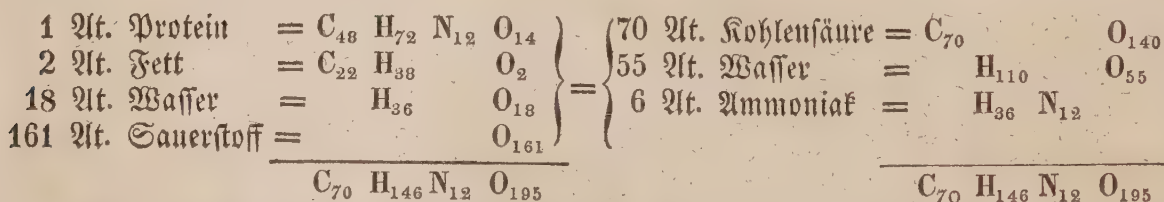
1 At. Protein	= $C_{48}\ H_{72}\ N_{12}\ O_{14}$	=	1 At. Choleinsäure	= $C_{46}\ H_{78}\ N_{2}\ O_{13}$
2 At. Fett	= $C_{22}\ H_{38}\ O_{2}$		2½ At. Harnstoff	= $C_{5}\ H_{20}\ N_{10}\ O_{5}$
46 At. Sauerstoff	= O_{46}		19 At. Kohlensäure	= $C_{19}\ O_{38}$
			6 At. Wasser	= $H_{12}\ O_{6}$
	$C_{70}\ H_{110}\ N_{12}\ O_{62}$			$C_{70}\ H_{110}\ N_{12}\ O_{62}$

Wollten wir die gleiche Mischung elementaranalysiren, so hätten wir 179 At. Sauerstoff oder 18 At. Wasser und 161 At. Sauerstoff nöthig. Denn:



1 At. Protein	= $C_{48}\ H_{72}\ N_{12}\ O_{14}$	=	70 At. Kohlensäure	= $C_{70}\ O_{140}$
2 At. Fett	= $C_{22}\ H_{38}\ O_{2}$		55 At. Wasser	= $H_{110}\ O_{55}$
179 At. Sauerstoff	= O_{179}		12 At. Stickstoff	= N_{12}
	$C_{70}\ H_{110}\ N_{12}\ O_{195}$			$C_{70}\ H_{110}\ N_{12}\ O_{195}$

Oder

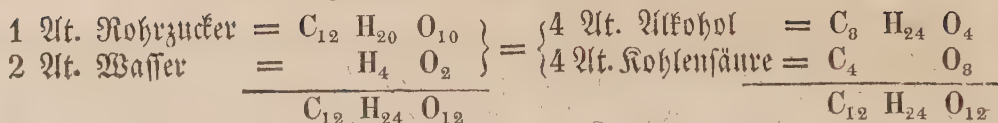


1 At. Protein	= $C_{48}\ H_{72}\ N_{12}\ O_{14}$	=	70 At. Kohlensäure	= $C_{70}\ O_{140}$
2 At. Fett	= $C_{22}\ H_{38}\ O_{2}$		55 At. Wasser	= $H_{110}\ O_{55}$
18 At. Wasser	= $H_{36}\ O_{18}$		6 At. Ammoniak	= $H_{36}\ N_{12}$
161 At. Sauerstoff	= O_{161}			
	$C_{70}\ H_{146}\ N_{12}\ O_{195}$			$C_{70}\ H_{146}\ N_{12}\ O_{195}$

Bei der Elementaranalyse kommen also durch das Hinzutreten von 2 At. Fett 12 At. Kohlensäure und 19 At. Wasser mehr heraus. In dem lebenden Körper dagegen ist dieses nicht unmittelbar der Fall. Vielmehr haben wir dann ½ At. Kohlensäure und ½ At. Wasser weniger, dafür aber ½ At. Choleinsäure und ¼ At. Harnstoff mehr — eine Erscheinung, die wir bei der Lehre von der Ernährung specieller kennen lernen

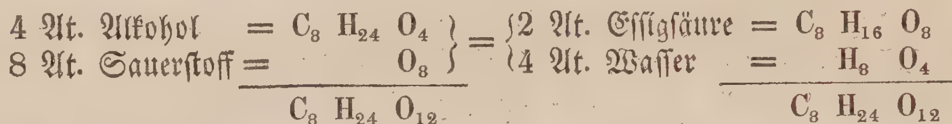
werden. Bei der Elementaranalyse brauchen wir daher 61 At. Sauerstoff mehr, während der lebende Organismus nur 4 At. mehr nothwendig hat. Zu gleicher Zeit belehren uns diese Formeln, auf welche Art die Vertheilung der einfachen Stoffe der umgesetzten organischen Substanzen in unserem Körper Statt findet. Die größte Menge des Kohlenstoffes und des Wasserstoffes geht in die Choleinsäure, die des Stickstoffes und die nächst größere des Wasserstoffes in den Harnstoff über. Die nach dem Carbon der Galle bedeutendste Quantität von Kohlenstoff findet sich in der Kohlensäure, während nur die geringste Menge von Wasserstoffatomen zur Wasserbildung verwendet wird. Hieraus ergiebt sich, daß für den Kohlenstoff die Galle, so wie die Lungen- und Hautausdünstung, für den Wasserstoff die Galle und der Harn und für den Stickstoff der Urin die Hauptabführungswege bilden. Bei der Zerlegung des Protein dient der gesammte eingeathmete Sauerstoff zur Erzeugung von Kohlensäure und Wasser. Bei der von 1 At. Protein und 2 At. Fett werden nur $^{22}/_{23}$ desselben zu dem gleichen Zwecke verwandt. Aus Allem ersehen wir aber, daß die Elementaranalyse, welche in unserem Körper Statt findet, nur eine sehr beschränkte ist und daß dieser Satz, wenn selbst noch auf secundärem Wege vielleicht, wie wir später finden werden, ein Theil der gebildeten Choleinsäure von Neuem wieder elementaranalysirt werden sollte, auch noch seine Richtigkeit behält.

Nach dem Urtheile des gewöhnlichen Lebens bezeichnen wir nur den- 126
jenigen Zustand der Körpertheile des Menschen, bei welchem diese eine solche Selbstzersetzung erleiden, daß sie weich, anders gefärbt und übelriechend werden, mit dem Namen der Fäulniß. Wir sehen diese als eine bloße Folge des Todes an und glauben daher, daß die Lebenskraft solchen chemischen Umänderungen absolut entgegenwirke. Eher lassen wir dann noch den Proceß der Gährung hin und wieder im lebenden Organismus eintreten. Allein alle diese Vorstellungen ändern sich auf wesentliche Weise, wenn wir die chemischen Vorgänge der Gährung und der Fäulniß, so weit sie bis jetzt wissenschaftlich erforscht sind, ins Auge fassen. Es wurde schon früher erwähnt, daß kein organischer Theil so viel Sauerstoff enthält, daß dieser mit allem Kohlenstoff Kohlensäure und mit allem Wasserstoff Wasser bilden könne und daß, so wie die Möglichkeit eintritt, daß diese oder andere binäre Vereinigungen zu Stande kommen, die einfachere binäre Combination über die complicirte organische den Sieg davon trägt. Gleichwie bei der Elementaranalyse, so findet auch bis auf einen gewissen Grad etwas Aehnliches bei der Gährung und der Fäulniß Statt. Der organische Körper bemächtigt sich des Sauerstoffes der Atmosphäre oder zerlegt das ihn umgebende Wasser in Wasserstoff und Sauerstoff und benutzt diese Substanzen, um Kohlensäure, Wasser und, wenn er Stickstoff führt, außerdem noch Ammoniak entbinden zu können. 1 Atom Rohrzucker z. B. nimmt, wenn es durch ein Ferment in weinige Gährung versetzt wird, 2 Atome Wasser auf und setzt sich, indem es 4 Atome Kohlensäure entbindet, in 4 Atome Alkohol um. Denn:



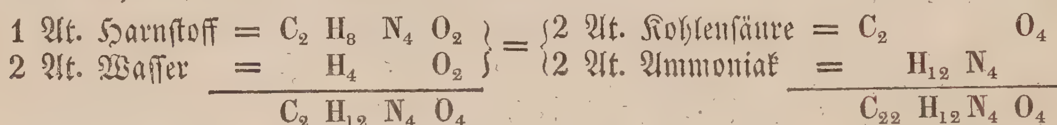
1 At. Rohrzucker $= C_{12}\ H_{20}\ O_{10}$ } = { 4 At. Alkohol $= C_8\ H_{24}\ O_4$
2 At. Wasser $= H_4\ O_2$ } = { 4 At. Kohlensäure $= C_4\ O_8$
$C_{12}\ H_{24}\ O_{12}$ — $C_{12}\ H_{24}\ O_{12}$

Tritt später das nachfolgende Stadium der Essiggährung ein, so nehmen diese 4 At. Alkohol noch 8 At. Sauerstoff auf und bilden so 2 At. Essigsäure und 4 At. Wasser. Wir haben nämlich:



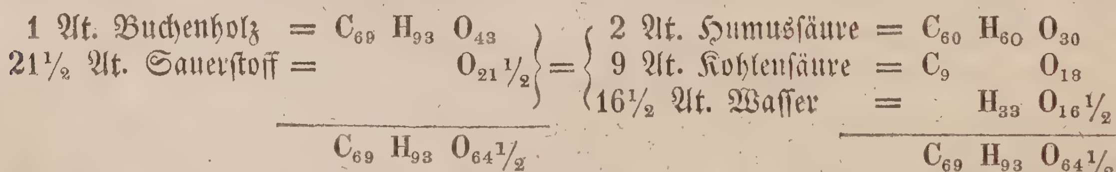
4 At. Alkohol $= C_8\ H_{24}\ O_4$ } = { 2 At. Essigsäure $= C_8\ H_{16}\ O_8$
8 At. Sauerstoff $= O_8$ } = { 4 At. Wasser $= H_8\ O_4$
$C_8\ H_{24}\ O_{12}$ — $C_8\ H_{24}\ O_{12}$

Fault 1 At. Harnstoff, so zieht es dabei 2 At. Wasser an und geht in 2 At. kohlensauren Ammoniaks über. Denn:



1 At. Harnstoff $= C_2\ H_8\ N_4\ O_2$ } = { 2 At. Kohlensäure $= C_2\ O_4$
2 At. Wasser $= H_4\ O_2$ } = { 2 At. Ammoniak $= H_{12}\ N_4$
$C_2\ H_{12}\ N_4\ O_4$ — $C_{22}\ H_{12}\ N_4\ O_4$

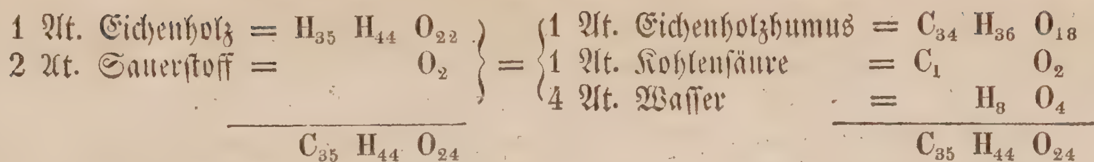
Man sieht aber hieraus, daß, wenn der Fäulnißproceß immer so lange gleichförmig fortginge, bis er sein Endziel erreichte, wir bei hinreichendem Sauerstoffzutritte zuletzt allen Kohlenstoff als Kohlensäure, allen Wasserstoff als Wasser und allen Stickstoff als Ammoniak erhalten müßten. Dieses findet jedoch häufig nicht Statt, weil sich zwar der Wasserstoff leicht mit dem Sauerstoff zu Wasser und mit dem Stickstoff zu Ammoniak verbindet, der Kohlenstoff dagegen bei gewöhnlicher Temperatur entweder nur theilweise oder sehr langsam zu Kohlensäure verbrennt. Da nun so die übrigen Elemente rascher davon gehen, so erzeugen sich auf diese Weise andere Substanzen, die als Mittelstadien dieser Zersetzungsprocesse auftreten und relativ kohlenstoffreicher sind. Das Buchenholz z. B. enthält 51,45 % Kohlenstoff, 5,82 % Wasserstoff und 42,73 % Sauerstoff (Gay-Lussac u. Thénard). Diesen Werthen entspricht die Formel $C_{69}\ H_{93}\ O_{43}$. Denn sie giebt C 51,47, H 5,77 und O 42,76. Es verhält sich daher in jenem Holze der Kohlenstoff zum Wasserstoff $= 69 : 93 = 1 : 1{,}348$ und das Carbon zum Sauerstoff $= 69 : 43 = 1 : 0{,}623$. Vermodert es aber, so nimmt es $21\frac{1}{2}$ At. Sauerstoff auf und bildet 9 At. Kohlensäure, welche davongehen, $16\frac{1}{2}$ At. Wasser, welche ebenfalls verdunsten können, und 2 At. Humussäure, welche bleiben. Denn



1 At. Buchenholz $= C_{69}\ H_{93}\ O_{43}$ } = { 2 At. Humussäure $= C_{60}\ H_{60}\ O_{30}$
$21\frac{1}{2}$ At. Sauerstoff $= O_{21\frac{1}{2}}$ } = { 9 At. Kohlensäure $= C_9\ O_{18}$
{ $16\frac{1}{2}$ At. Wasser $= H_{33}\ O_{16\frac{1}{2}}$
$C_{69}\ H_{93}\ O_{64\frac{1}{2}}$ — $C_{69}\ H_{93}\ O_{64\frac{1}{2}}$

In der Humussäure haben wir aber eine Proportion des Kohlenstoffes zum Wasserstoffe $= 30 : 30 = 1 : 1$ und des Carbon zum Sauerstoff $= 30 : 15 = 2 : 1$. Verwandelt sich 1 At. Eichenholz in 1 At. Humus derselben Holzart, so haben sich unter Zuziehung von 2 At. Sauerstoff noch nebenbei 1 At. Kohlensäure und 4 At. Wasser gebildet. Denn:[1])

[1]) J. Liebig die organische Chemie in ihrer Anwendung auf Agricultur u. Physiologie. Erste Auflage. Braunschweig. 1840. 8. S. 283.

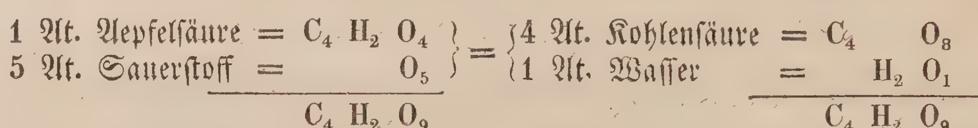


1 At. Eichenholz = $C_{35}\ H_{44}\ O_{22}$	=	1 At. Eichenholzhumus	=	$C_{34}\ H_{36}\ O_{18}$
2 At. Sauerstoff = O_2		1 At. Kohlensäure	=	$C_1\ O_2$
		4 At. Wasser	=	$H_8\ O_4$
$C_{35}\ H_{44}\ O_{24}$				$C_{35}\ H_{44}\ O_{24}$

Faulen aber organische Substanzen, welche zu diesem Processe viel Sauerstoff erfordern, unter Wasser, so zersetzen sie dieses und bemächtigen sich des auf diesem Wege frei werdenden Sauerstoffes. Der entbundene Wasserstoff geht entweder als solcher davon oder er vereinigt sich mit einem Theile des Kohlenstoffes, so daß wir neben der Kohlensäure auch Kohlenwasserstoff erhalten. Hierbei zeigt sich, daß ein schwach alkalischer oder neutraler Zustand diese Zerlegungsweise begünstigt, Säuren dagegen dieselbe eher beschränken und dafür die Erzeugung von Schimmel hervorrufen. Am einfachsten sehen wir dieses bei Theilen des menschlichen Leichnames selbst. Das alkalische Blut, das Eiweiß, der Faserstoff faulen sehr leicht und ziehen dabei Sauerstoff an, während Kohlensäure und Wasser frei werden. Legen wir einen thierischen Theil in zu schwachen Alkohol, so daß dieser durch die faulende Substanz in Essiggährung ebenfalls übergeht, so verschimmelt das Präparat, sobald die Luft freien Zutritt hat oder kein Alkohol mehr da ist, früher oder später. Bei diesem Hergange aber zeigt sich das Phänomen, daß ein in Zersetzung begriffener Körper ähnliche Umsetzungen in anderen benachbarten Substanzen anregt (J. Liebig), ein Gesetz, das zwar für die Gährung und die Fäulniß seine allgemeine Gültigkeit hat, jedoch nicht alle katalytischen Erscheinungen oder alle Contactwirkungen zu erläutern im Stande ist. Durch faulendes Fleisch z. B. können wir eben so gut, wie durch Hefe, Zucker, Alkohol in Gährung versetzen. Durch Contactwirkung bringen wir die Milch durch den Kalbsmagen zur Gerinnung u. dgl. mehr.

Halten wir uns an diese wissenschaftlichen Anschauungen der Processe 127
der Gährung und der Fäulniß, so finden wir, daß in dem Leben nicht nur Phänomene der Art nicht fehlen, sondern sogar in den meisten Vorgängen des **Stoffwechsels** wesentlich durchgreifen. Wir wissen, daß die weinige Gährung bei einer Temperatur von 15° — 25° am besten von Statten geht, über 25° dagegen mehr in die saure Gährung übertritt und daß diese bei 30° — 35° am leichtesten erfolgt. Bei der Schnellessigfabrikation erhebt man die Wärme mit Vortheil auf 38° — 40°. Hieraus ergiebt sich von selbst, daß die saure Gährung leichter, als die weinige in unserem Körper auftreten kann. Betrachten wir zuvörderst die Nahrungsmittel, welche wir in unseren Körper einführen, so finden wir z. B., daß der Zucker, den wir genießen, im Magen sehr leicht zu Essigsäure, das Stärkemehl zu Milchsäure wird. Hierzu ist aber bei dem Zucker, wie wir schon gesehen haben, eine Zersetzung von Wasser, welches aus dem verschluckten Getränke, dem Magensafte oder dem Blute kommen muß, erforderlich. Bei dem Stärkemehl dagegen tritt diese Bedingung nicht ein. Denn 1 At. Amylon $= C_{12}\ H_{20}\ O_{10} = 2\ (C_6\ H_{10}\ O_5) =$ 2 At. Milchsäure. Daher geht auch der Zucker als solcher noch leichter wie das Stärkemehl in das Blut und den Chylus über. Alle organischen Säuren ver-

brennen, wenn sie eine hinreichende Menge von Sauerstoff erhalten, zu Kohlensäure und Wasser. Wir haben z. B.



$$\left.\begin{array}{l}1\text{ At. Aepfelsäure} = C_4\,H_2\,O_4\\ 5\text{ At. Sauerstoff} = O_5\\ \hline C_4\,H_2\,O_9\end{array}\right\} = \left\{\begin{array}{l}4\text{ At. Kohlensäure} = C_4\,O_8\\ 1\text{ At. Wasser} = H_2\,O_1\\ \hline C_4\,H_2\,O_9\end{array}\right.$$

Diesem entsprechend finden wir auch äpfelsaure Salze, die wir in Früchten genießen, als Kohlensäure im Urine wieder (Wöhler). Bei ihrem Durchgange durch das Blut sind sie auf Kosten des Sauerstoffes desselben verbrannt worden. Zu gleicher Zeit erklären aber diese Verhältnisse, weshalb überhaupt Säuren, wie (Milchsäure) Essigsäure und Kohlensäure fast keinem Theile unseres Körpers fehlen. Aus der obigen Deduction (S. 180) ergiebt sich ferner, weshalb nicht selten in dem Urine neben dem Harnstoffe kohlensaures Ammoniak vorkommt oder sich bei dem Stehen an der Luft erzeugt.

Sogar der gesammte Stoffwechsel des lebenden Körpers läßt sich unter diesem Gesichtspunkte auffassen. Es ist nur eine eigenthümlich modificirte und beschränkte Fäulniß, welche z. B. das genossene Fleisch und Fett nicht vollkommen in Kohlensäure, Wasser und Ammoniak, sondern in Kohlensäure, Wasser, Choleinsäure und Harnstoff umsetzt. Wir haben gesehen, daß 1 At. Protein + 2 At. Fett, 18 At. Wasser und 161 At. Sauerstoff brauchen würden, um 70 At. Kohlensäure 55 At. Wasser und 6 At. Ammoniak zu bilden. Nehmen sie dagegen im Leben nur 46 At. Sauerstoff auf, so entstehen auf diesem Wege nur 19 At. Kohlensäure, 6 At. Wasser, 1 At. Choleinsäure und 2½ At. Harnstoff. Wie bei der Verwesung des Holzes nur ein Theil des Wasserstoffes und des Kohlenstoffes vollständig verbrannt wird, der Humus dagegen als metamorphosirtes Residuum zurückbleibt, so haben wir auch in unserem Körper als ähnliche Residua die Choleinsäure und den Harnstoff. 1 At. Blut gleicht z. B. $C_{48}\,H_{78}\,N_{12}\,O_{15}$, 1 At. Fleisch $C_{48}\,H_{83}\,N_{12}\,O_{15}$. Wir haben für 1 At. Choleinsäure $C_{48}\,H_{78}\,N_2\,O_{13}$ und für 1 At. Harnstoff $C_2\,H_8\,N_4\,O_2$. Reduciren wir diese vier Formeln auf die gleichen Sauerstoffmengen, so finden wir:

	C.	H.	N.	O.
26 At. Blut =	1248	2028	312	390
26 At. Fleisch =	1248	2132	312	390
30 At. Choleinsäure =	1380	2340	312	390
145 At. Harnstoff =	390	1160	580	390

Hieraus folgt aber, daß für dieselbe Sauerstoffmenge die Choleinsäure mehr Kohlenstoff und Wasserstoff und weniger Stickstoff, der Harnstoff weit weniger Kohlenstoff und Wasserstoff und bedeutend mehr Stickstoff enthält. Die erstere ist in ihrer Zusammensetzung dem Blute und Fleische noch mehr verwandt, als der ihm entfernter stehende Harnstoff.

Bei ihrem größern Kohlenstoff- und Wasserstoffgehalte erinnert sie so an den Humus, welcher aus der Verwesung des Holzes hervorgeht. Der Harnstoff dagegen steht der Kohlensäure und dem Ammoniak näher. Wir haben auf diese Weise ein weniger und ein mehr umgesetztes Nebenproduct der unvollständigen Fäulniß, welche in unserem lebenden Körper vor sich geht. Die vollkommen verbrannten Verbindungen der Kohlensäure und des Wassers dunsten durch die Lungen und die Haut ab. Die nothwendigen Nebenproducte aber treten als Drüsensecrete hervor.

Was wir hier im gesunden Zustande sehen, erscheint bei einzelnen Krankheitsfällen zum Theil noch deutlicher. Schon für die normalen Verhältnisse ist mit Recht (von Carus) darauf aufmerksam gemacht worden, daß die Farbe der Galle an die Färbung thierischer Theile, welche in Fäulniß übergehen, auf auffallende Art erinnert. Wir haben oben gesehen, daß deshalb, weil der Kohlenstoff ohne bedeutende Erhöhung der Temperatur nur äußerst langsam bis gar nicht vollständig verbrennt, ein bedeutender Ueberschuß von Carbon in dem Residuum der Vermoderung entsteht. Hierdurch wird aber die schwarze Färbung vermehrt, obgleich diese nicht immer dem größeren Kohlenstoffgehalte genau parallel geht (Marchand) [1]. Einen ähnlichen Proceß haben wir wahrscheinlich bei dem trockenen Brande, und vermuthlich gehören auch die dunkelen Färbungen, welche man bei Carbunkeln, Pestbeulen u. dgl. wahrnimmt, mehr oder minder ebenfalls hierher.

Auch der Satz, daß freie Säure die Schimmelbildung begünstige, hat in pathologischen Zuständen des menschlichen Organismus seine mannigfachen Belege. Einzelne Hautausschläge, wie der Porrigo lupinosa W. (Schoenlein, Remak, Hannover), die Tinea favosa (Gruby) bestehen ganz aus niederen kryptogamischen Producten. Bei Porrigo lupinosa finden sich in den Borken ästige Fäden, ähnlich denen, welche auf den bald zu erwähnenden Schleimhäuten vorkommen und Gebilde, welche den Gährungspilzen analog, jedoch nicht mit ihnen identisch sind (Hannover). Häute, zu welchen die Atmosphäre freien Zutritt hat und an deren Oberfläche dann wahrscheinlich eine saure Gährung eingeleitet wird, verschimmeln leicht. So erscheinen bisweilen z. B. Convolute solcher mikroskopischen Fäden mit oder ohne Gährungspilze in dem Zungenbelag bei Gesichtsrose und bei Typhus (Hannover), bei Aphthen (J. Vogel), bei dem Soor der Kinder sowohl (Gruby) als der Erwachsenen und bei Verschwärung der Rachentheile (Hannover). Vorzüglich häufig zeigen sich solche Verschimmelungen in der Speiseröhre bei manchen Typhuskranken (Langenbeck, Hannover) und in Einzelfällen bei vielen anderen Leiden. Eine in letzterer Beziehung (von Hannover) angestellte sehr vollständige Unterschungsreihe [2], welche 70 Fälle umfaßte, ergab, daß die Schleimhaut der Speiseröhre bei 43 gesund erschien, 3 Mal einen Schleimbelag und 10 Mal diesen mit Geschwürsbildung ohne solche Entophyten darbot, daß aber diese Gebilde 5 Mal in dem Schleimbelage und 9 Mal bei der Anwesenheit von Exulcerationen vorkamen. Das Nähere der Resultate lehrt die folgende Tabelle.

---

[1]) R. F. Marchand Lehrbuch der physiologischen Chemie. Berlin. 1842. 8. S. 25.

[2]) Hannover in Müller's Archiv. 1842. S. 281—95.

Krankheit.	Schleimhaut der Speiseröhre.					
	Gesund.	Mit starkem Schleimbelag versehen		Excoriirt oder geschwürig u. mit Schleimbelag		Summa der Fälle.
		mit	ohne	mit	ohne	
		Entophyten.		Entophyten.		
Typhöses Fieber	6	1	—	3	1	11
Desgl. mit Angina gangraenosa	—	—	—	—	1	1
Desgl. mit Darmdurchbohrung	2	—	1	—	—	3
Desgl. mit Lungenentzündung	5	1	—	—	—	6
Desgl. mit Lungenentzündung u. Darmdurchbohrung	1	—	—	—	1	2
Schwindsucht	3	1	—	1	1	6
Desgl. mit typhösem Fieber	1	1	—	—	—	2
Lungenentzündung	4	—	—	1	2	7
Desgl. mit Brustwassersucht	—	—	1	—	—	1
Pleuritis	—	—	—	1	—	1
Pleuropneumonie mit Bauchfellentzündung	—	—	—	—	1	1
Herzentzündung	1	—	—	—	1	2
Säuferwahnsinn	1	—	—	1	—	2
Desgl. mit Gelbsucht	—	—	—	—	1	1
Hirnerweichung	—	—	1	—	—	1
Schlagfluß	2	1	—	—	—	3
Chronische Magenentzündung	—	—	—	1	—	1
Bauchfellentzündung mit Bronchitis	—	—	—	—	1	1
Harnruhr	—	—	—	1	—	1
	26	5	3	9	10	53

Außerdem war die Speiseröhrenschleimhaut in 1 Falle von Phthysis mit Enteritis, in 1 Falle von Bronchitis, in 3 Fällen von Hirnentzündung, in 1 Falle von Starrkrampf, in 3 Fällen von spontaner Magendurchbohrung, in 1 Falle von Magenkrebs mit Bauchfellentzündung, in 1 Falle von Bauchfell- und Darmentzündung, in 2 Fällen von Bauchfellentzündung mit Venenentzündung der Wöchnerinnen, in 2 Fällen von Lebercirrhose, in 1 Falle von Entartung der Ovarien und Bauchwassersucht und in 1 Falle von Dystrophie des Uterus und der Blase gesund. Abstrahiren wir daher von diesen 17 Resultaten, so finden wir 1) daß die Speiseröhrenschleimhaut unter 53 Fällen von Krankheiten, bei welchen sonst bisweilen pathologische Veränderungen derselben vorkamen, 26 Mal, also in der Hälfte der Fälle, gesund erschien, sonst aber 14 Mal, also beinahe in ¼ der Fälle, Schimmelbildungen darbot. 2) Von diesen gehören 6 typhösen Leiden, 2 der Schwindsucht, 1 der Lungenentzündung, 1 der Lungenfellentzündung, 1 dem Säuferwahnsinn, 1 der chronischen Magenentzündung und 1 der Harnruhr an. Bei typhösen Fiebern, bei Schwindsucht, bei Säuferwahnsinn, bei der Harnruhr sind aber das Blut und die Säfte so beschaffen, daß man sich leicht vorstellen kann, daß sie an der Luft ohne Schwierigkeit in saure Gährung übergehen. Wahrscheinlich fand auch etwas Aehnliches bei anderen Einzelfällen Statt. 3) Die einzelnen Herbst- und Wintermonate scheinen auf die Ausbildung dieser Entophyten keinen wesentlichen Einfluß auszuüben. Denn sie fanden sich im September unter 5 Fällen 1 Mal, im October unter 22 Fällen 4 Mal, im November unter 16 Fällen 3 Mal, im December unter 20 Fällen 3 Mal und im Januar unter 5 Fällen 1 Mal.

Da faulende Stoffe Zucker in Gährung versetzen, so muß natürlich auch der faulende diabetische Urin, wenn er Zucker enthält, Gährungspilze darbieten. Dieses bestätigt auch die Erfahrung (Hannover). Ueberhaupt lassen sich solche Schimmelvegetationen in allen Fällen, wo die Sporen derselben einen geeigneten Mutterboden zu finden im Stande

sind, erwarten. Sie kommen daher auch wahrscheinlich an unreinen trockeneren Geschwüren, bei Decubitus, bei Exulcerationen, welche in Folge von Nervenlähmungen entstehen, bei Rotzgeschwüren, Zersetzungskrankheiten des Blutes und dergleichen hin und wieder vor. Etwas Aehnliches gilt von der Infusorienbildung, welche nie in dem Eiter geschlossener Abscesshöhlen auftritt (R. Wagner)[1], dagegen in der Flüssigkeit offener oder bösartiger Geschwüre, in unreinem Schleime und dergleichen nicht selten existirt. In dem Scheidenschleime, welcher von syphilitischen Personen ausfloß, wurde angeblich ein eigenes Thierchen, Trichomonas vaginalis, beobachtet (Donné). Es bedarf dieses jedoch noch näherer Untersuchung, da leicht von den Muttermundslippen losgelöste Flimmercylinder Täuschungen veranlassen können.

Anhang. Uebersicht der Berechnungen der chemischen Formeln, welche für die in der Physiologie am häufigsten vorkommenden Substanzen angenommen worden sind.

Da in dem vorhergehenden Abschnitte sowohl, als vorzüglich in dem 128
von dem Stoffwandel handelnden Theile der speciellen Physiologie die chemischen Formeln organischer Stoffe als Belege häufig angeführt werden müssen, jene aber nur dann, wenn sie nach einem Principe bestimmt sind, einen sicheren gegenseitigen Vergleich erlauben, so habe ich in der folgenden Tabelle 28 der vorzüglichsten in der Physiologie des Menschen in Betracht kommenden organischen Substanzen von Neuem berechnet. Es war dieses um so nothwendiger, als das neue Atomgewicht des Kohlenstoffes = 75,000 statt des älteren = 76,437 eine Aenderung in allen calculirten Zahlen und bisweilen auch in den Formeln selbst nothwendig machte. Für die letzteren habe ich dabei den Grundsatz festgehalten, daß jeder berechnete Werth von dem gefundenen um weniger als 0,5 abweichen müsse. Bei diesen Bestimmungen aber stößt man dann auf die auch bei der genauesten Elementaranalyse mögliche Größe des Irrthums. Für den Kohlenstoff, den Stickstoff und den Sauerstoff macht dieses weniger aus. Allein bei Formeln mit größeren Werthen ist aus dieser Ursache die Atomenzahl des Wasserstoffes nie genau bestimmbar. Denn bei dem leichten Atomgewichte desselben drücken mehrere Atome von ihm die Werthe der übrigen Bestandtheile so wenig herab, daß die hierdurch bedingten Unterschiede noch innerhalb der Fehlergrenzen der Analyse liegen. Sehr deutlich sieht man dieses z. B., wenn man in der folgenden Tabelle die Formel des Ochsenblutes mit der des Ochsenfleisches vergleicht. In diesen und ähnlichen Verhältnissen liegt auch wahrscheinlich der Grund, weshalb die Chemie viele Unterschiede, welche sich dem Anatomen durch die Form zu erkennen geben, elementaranalytisch nachzuweisen nicht im Stande ist. Bei dem oben erwähnten Bemühen, die berechneten

---

[1]) J. Vogel Physiologisch-pathologische Untersuchungen über Eiter, Eiterung und verwandte Vorgänge. Mit einem Vorworte von R. Wagner. Erlangen. 1838. 8. S. 128.

Werthe den gefundenen so genau als möglich anzupassen, mußte ich für einzelne Substanzen, wie für das Menschenfett, das Cholestearin, die Colla, die Choleinsäure, neue Formeln aufstellen, habe aber dann die älteren mit der Berechnung nach dem neuen Atomgewichte des Kohlenstoffes hinzugefügt. Nur bei dem Zucker, dem Gummi und der Harnsäure behielt ich die älteren Formeln, welche mit dem Calcul weniger gut stimmen, bei, weil sie in den ferneren Metamorphosen dieser Substanzen ihre feste Stütze zu haben scheinen. Wo mehrere exacte Analysen benutzt wurden, zog ich aus diesen das Mittel. Bei allen Berechnungen aber wurde das Atomgewicht des Kohlenstoffes zu 75,000, das des Wasserstoffes zu 6,2398, das des Stickstoffes zu 88,518, das des Sauerstoffes zu 100,000 und das des Phosphors zu 196,155 angenommen. Folglich ist log. At. Kohlenstoff = 1. 8750613; log. At. Wasserstoff = 0. 7951707; log. At. Stickstoff = 1. 9470316; log. At. Sauerstoff = 2. 0000000; und log. At. Phosphor = 2. 2925994. Für das Baumöl, das Ricinusöl, die Cerebrinsäure und das Olein des Gehirnes habe ich aus Mangel an vorliegenden Berechnungen eigene Formeln zu geben versucht.

Substanz und Werthe			Beobachter.	Formel.
1. Alkohol.			Dumas und Boullay.	$C_2\ H_6\ O_1$
Gefunden.	Atome.	Berechnet.		
C. 52,658.	2.	52,18.		
H. 12,896.	6.	13,03.		
O. 34,446.	1.	34,79.		
100,000.		100,000.		
2. Essigsäure.			Dieselben.	$C_1\ H_2\ O_1$ oder $C_4\ H_8\ O_4$.
Gefunden.	Atome.	Berechnet.		
C. 40,00.	1.	40,004.		
H. 6,67.	2.	6,656.		
O. 53,33.	1.	53,340.		
100,00.		100,000.		
3. Benzoesäure.			Dieselben.	$C_7\ H_6\ O_2$.
Gefunden.	Atome.	Berechnet.		
C. 69,25.	7.	68,858.		
H. 4,86.	6.	4,910.		
O. 25,89.	2.	26,232.		
100,00.		100,000.		
4. Milchsäure.			Mitscherlich und Liebig.	$C_6\ H_{10}\ O_5$.
Gefunden.	Atome.	Berechnet.		
C. 44,92.	6.	44,449.		
H. 6,12.	10.	6,163.		
O. 48,96.	5.	49,388.		
100,00.		100,000.		

Substanz und Werthe.	Beobachter.	Formel.
5. Milchzucker.	Berzelius und Liebig.	$C_{12}\ H_{24}\ O_{12}$.
Gefunden. — Atome. — Berechnet.		
C. 40,13. — 12. — 40,004.		
H. 6,76. — 24. — 6,656.		
O. 53,11. — 12. — 53,340.		
100,00. — 100,100.		
6. Rohrzucker.	Berzelius und Liebig.	$C_{12}\ H_{20}\ O_{10}$.
Gefunden. — Atome. — Berechnet.		
C. 44,99. — 12. — 44,449.		
H. 6,41. — 20. — 6,163.		
O. 48,60. — 10. — 49,388.		
100,00. — 100,000.		
7. Amylon (aus Kartoffeln).	Berzelius.	$C_{12}\ H_{20}\ O_{10}$.
Gefunden. — Atome. — Berechnet.		
C. 44,250. — 12. — 44,449.		
H. 6,674. — 20. — 6,163.		
O. 49,076. — 10. — 49,388.		
100,000. — 100,000.		
8. Gummi.	Berzelius.	$C_{12}\ H_{22}\ O_{11}$.
Gefunden. — Atome. — Berechnet.		
C. 42,682. — 12. — 42,109.		
H. 6,374. — 22. — 6,424.		
O. 50,944. — 11. — 51,467.		
100,000. — 100,000.		
9. Baumöl.	Gay-Lussac und Thénard.	$C_{11}\ H_{23}\ O_{1}$.
Gefunden. — Atome. — Berechnet.		
C. 77,21. — 11. — 77,210.		
H. 13,36. — 23. — 13,431.		
O. 9,43. — 1. — 9,359.		
100,00. — 100,000.		
10. Ricinusöl.	Saussure.	$C_{7}\ H_{13}\ O_{1}$.
Gefunden. — Atome. — Berechnet.		
C. 74,18. — 7. — 74,350.		
H. 11,03. — 13. — 11,490.		
O. 14,79. — 1. — 14,160.		
100,00. — 100,000.		
11. Menschenfett.	Chevreul.	$C_{11}\ H_{19}\ O_{1}$.
Gefunden. — Atome. — Berechnet.		
C. 79,000. — 11. — 79,056.		
H. 11,416. — 19. — 11,361.		
O. 9,584. — 1. — 9,583.		
100,000. — 100,000.		
Die Formel von Liebig = $C_{12}\ H_{20}\ O_{1}$ giebt C. 80,014, H. 11,095 und O. 8,891.		

Substanz und Werthe.			Beobachter.	Formel.
12. Olein des Gehirns.			Frémy.	$C_{12}\ H_{22}\ O_1$.
Gefunden.	Atome.	Berechnet.		
C. 79,5.	12.	79,135.		
H. 11,9.	22.	12,072.		
O. 8,6.	1.	8,793.		
100,0.		100,000.		
13. Cerebrinsäure.			Frémy.	$C_{178}\ H_{340}\ N_5\ O_{39}\ P_1$ oder $C_{178}\ H_{340}\ N_5\ O_{38,36363...}\ P_1$.
Gefunden.	Atome.	Berechnet.		
C. 66,7.	178.	66,716.		
H. 10,6.	340.	10,602.		
N. 2,3.	5.	2,212.		
O. 19,5.	39.	19,490.		
P. 0,9.	1.	0,980.		
100,0.		100,000.		
$C_{38}\ H_{340}\ N_5\ O_{38,36363...}$ u. P_1 giebt C. 66,929, H. 10,636, N. 2,218, O. 19,233 u. P. 0,984.				
14. Cholestearin.			Marchand.	$C_{36}\ H_{62}\ O_1$ oder $C_{37}\ H_{64}\ O_1$.
Gefunden.	Atome.	Berechnet.		
C. 84,90.	36.	84,722.		
H. 12,00.	62.	12,140.		
O. 3,10.	1.	3,138.		
100,00.		100,000.		
Die gewöhnliche Formel $C_{37}\ H_{64}\ O_1$ (Berzelius) giebt C. 84,750, H. 12,196, O. 3,054, stimmt also eben so gut, als die eben erwähnte. Die Formel $C_{36}\ H_{64}\ O_1$ (Liebig) entspricht C. 84,393, H. 12,482, O. 3,125.				
15. Protein.			Mulder.	$C_{40}\ H_{62}\ N_{10}\ O_{12}$.
a. Nach Mulder's Analysen.				
Gefunden.	Atome.	Berechnet.		
C. 55,299.	40.	54,824.		
H. 7,022.	62.	7,070.		
N. 15,976.	10.	16,176.		
O. 21,703.	12.	21,930.		
100,000.		100,000.		
b. Nach Scherer's Analysen.			Liebig und Scherer.	$C_{48}\ H_{72}\ N_{12}\ O_{14}$.
Gefunden.	Atome.	Berechnet.		
C. 55,102.	48.	55,304.		
H. 6,985.	72.	6,871.		
N. 16,010.	12.	16,318.		
O. 21,903.	14.	21,507.		
100,000.		100,000.		
16. Colla.			Scherer.	$C_{48}\ H_{80}\ N_{15}\ O_{17}$.
Gefunden.	Atome.	Berechnet.		
C. 50,807.	48.	50,512.		

Substanz und Werthe.			Beobachter.	Formel.
Gefunden.	Atome.	Berechnet.		
H. 7,049.	80.	7,004.		
N. 18,611.	15.	18,631.		
O. 23,533.	17.	23,853.		
100,000.		100,000.		
Die Formel von Scherer = $C_{48} H_{82} N_{15} O_{18}$ giebt C. 49,728, H. 7,067, N. 18,341 und O. 24,864.				
17. Chondrin.			Scherer.	$C_{48} H_{80} N_{12} O_{20}$.
Gefunden.	Atome.	Berechnet.		
C. 50,208.	48.	50,269.		
H. 7,030.	80.	6,970.		
N. 14,653.	12.	14,833.		
O. 28,109.	20.	27,928.		
100,000.		100,000.		
18. Gewebe der Arterienhaut.			Scherer.	$C_{48} H_{76} N_{12} N_{16}$.
Gefunden.	Atome.	Berechnet.		
C. 53,571.	48.	53,441.		
H. 7,026.	76.	7,040.		
N. 15,360.	12.	15,769.		
O. 24,043.	16.	23,750.		
100,000.		100,000.		
19. Horngewebe.			Scherer.	$C_{48} H_{78} N_{14} O_{17}$.
Gefunden.	Atome.	Berechnet.		
C. 51,067.	48.	51,238.		
H. 6,814.	78.	6,927.		
N. 17,411.	14.	17,639.		
O. 24,708.	17.	24,196.		
100,000.		100,000.		
20. Schwarzes Pigment des Auges.			Scherer.	$C_{35} H_{43} N_{7} O_{10}$ oder $C_{48} H_{58,9} N_{9,6} O_{13,7}$.
Gefunden.	Atome.	Berechnet.		
C. 58,472.	35.	58,167.		
H. 5,968.	43.	5,945.		
N. 13,768.	7.	13,730.		
O. 21,792.	10.	22,158.		
100,000.		100,000.		
21. Ochsenblut.			Playfair und Böckmann.	$C_{48} H_{78} N_{12} O_{15}$.
Gefunden.	Atome.	Berechnet.		
C. 54,36.	48.	54,144.		
H. 7,59.	78.	7,320.		
N. 15,76.	12.	15,976.		
O. 22,29.	15.	22,560.		
100,00.		100,000.		

Substanz und Werthe			Beobachter.	Formel.
22. Rindfleisch.			Playfair und Böckmann.	$C_{48}\ H_{82}\ N_{12}\ O_{15}$.
Gefunden.	Atome.	Berechnet.		
C. 54,15.	48.	53,906.		
H. 7,91.	82.	7,728.		
N. 15,69.	12.	15,906.		
O. 22,25.	15.	22,460.		
100,00.		100,000.		
Die Formel $C_{48}\ H_{78}\ N_{12}\ O_{15}$ giebt die bei dem Ochsenblut verzeichneten Werthe, weicht also im Wasserstoffe um 0,57 % ab.				
23. Choleinsäure.			Demarçay und Dumas.	$C_{46}\ H_{78}\ N_2\ O_{13}$.
Gefunden.	Atome.	Berechnet.		
C. 63,604.	46.	63,727.		
H. 9,060.	78.	8,990.		
N. 3,278.	2.	3,270.		
O. 24,058.	13.	24,013.		
100,000.		100,000.		
Die Formel von Demarcay = $C_{41}\ H_{66}\ N_2\ O_{12}$ giebt C. 63,221, H. 8,467, N. 3,640 und O. 24,672. Der von Dumas = $C_{42}\ H_{72}\ N_2\ O_{12}$ entspricht C. 63,300, H. 9,028, N. 3,558 und O. 24,114. Die von Liebig = $C_{76}\ H_{132}\ N_2\ O_{22}$ erfordert C. 62,791, H. 9,073, N. 3,900 und O. 24,236.				
24. Taurin.			Demarçay und Dumas.	$C_2\ H_7\ N_1\ O_5$ oder $C_4\ H_{14}\ N_2\ O_{10}$.
Gefunden.	Atome.	Berechnet.		
C. 19,25.	2.	19,177.		
H. 5,72.	7.	5,584.		
N. 11,24.	1.	11,316.		
O. 63,79.	5.	63,923.		
100,00.		100,000.		
25. Harnstoff.			Liebig und Wöhler.	$C_1\ H_4\ N_2\ O_1$ oder $C_2\ H_3\ N_4\ O_2$.
Gefunden.	Atome.	Berechnet.		
C. 20,02.	1.	19,894.		
H. 6,71.	4.	6,621.		
N. 46,73.	2.	46,960.		
O. 26,54.	1.	26,525.		
100,00.		100,000.		
26. Harnsäure.			Mitscherlich.	$C_{48}\ H_{38}\ N_{39}\ O_{27}$ oder gewöhnlich $C_5\ H_4\ N_4\ O_3$.
Gefunden.	Atome.	Berechnet.		
C. 35,82.	48.	36,038.		
H. 2,38.	38.	2,374.		
N, 34,60.	39.	34,559.		
O. 27,20.	27.	27,029.		
100,00.		100,000.		

Substanz und Werthe.	Beobachter.	Formel.
Die gewöhnliche, wahrscheinlich richtige Formel giebt C. 35,578, H. 2,368, N. 33,592 und O. 28,462.		
27. Krystallisirte Hippursäure. Gefunden. Atome. Berechnet. C. 60,742. 18. 60,285. H. 4,959. 18. 5,016. N. 7,816. 2. 7,906. O. 26,483. 6. 26,793. 100,000. 100,000.	Liebig.	C_{18} H_{18} N_2 N_6.
28. Allantoin. Gefunden. Atome. Berechnet. C. 30,60. 4. 30,257. H. 3,83. 6. 3,776. N. 35,45. 4. 35,710. O. 30,12. 3. 30,257. 100,00. 100,000.	Liebig und Wöhler.	C_4 H_6 N_4 O_3 oder C_8 H_{12} N_8 O_6.

Gegen alle diese erneuerten Berechnungen ließe sich noch ein Einwand, welcher durch das veränderte Atomengewicht des Kohlenstoffes bedingt wird, erheben. Nehmen wir nämlich für dieses 76,437 an, so enthalten 100 Theile Kohlensäure 27,65071 % Kohlenstoff. Bei einem Atomengewicht = 75,000 ergeben sich aber nur 27,27270 %, mithin 0,37801 % Carbon weniger. Es muß daher in den von den Chemikern bei ihren Elementaranalysen gefundenen Werthen der Kohlenstoff etwas zu groß, der Sauerstoff etwas zu klein angegeben worden sein. Denn wenn z. B. 0,443 Grm. trockener Kartoffeln bei der Elementaranalyse 0,704 Grm. Kohlensäure liefern, so entspricht dieses nach der alten Berechnung 0,194441 Grm. = 43,892 %, nach der neuen dagegen 0,191991 Grm. = 43,339 % Kohlenstoff, mithin 0,553 % weniger als im ersteren Falle. Allein aus zwei Gründen habe ich jede Correction der Art unterlassen. Denn 1) wird man sich überzeugen, daß selbst eine solche Verbesserung meistentheils die oben verzeichneten Formeln, welche möglichst annähernd berechnet worden, im Wesentlichen nicht ändert, weil der Unterschied in der Regel noch innerhalb der bei jeder Elementaranalyse möglichen Irrthumsgröße fällt. Berechnen wir z. B. die Formel der Choleinsäure = C_{46} H_{78} N_2 O_{13} zu einem Atomgewicht des Kohlenstoffes = 76,437, so erhalten wir C. 64,164 H. 8,882 N. 3,231 und O. 23,723, d. h. Werthe, welche ebenfalls den gefundenen auf eine sehr befriedigende Weise entsprechen. Nur bei der Harnsäure z. B. wird durch jene Correction die allgemein angenommene Formel = C_5 H_4 N_4 O_3 richtiger, als die complicirtere = C_{48} H_{38} N_{39} O_{27}. Daher ich auch, noch abgesehen von dem schon angeführten Grunde, jenen Ausdruck hier substituirt habe. 2) Compensirt sich dieser Kohlenstoffverlust durch die Methode der Elementaranalyse theilweise oder gänzlich. Verbrennt man mit Kupferoxyd oder selbst mit chromsaurem Bleioxyd, so bleibt bei den so schwer veraschbaren Proteinkörpern sehr leicht noch eine sehr geringe Quantität Kohle zurück. Nur wenn man in einem anhaltenden Strome atmosphärischer Luft oder von Sauerstoffgas operirte, ließe sich vielleicht dieser Uebelstand vollkommen vermeiden. Wir können daher mit Recht annehmen, daß die den obigen Formeln zum Grunde gelegte Berechnungsweise trotz des Mangels jener Correction noch genauer, als die mögliche Garantie der Elementaranalysen ausgefallen ist.

2. Vitale Verhältnisse.

129 Eine große Reihe der wesentlichsten Erscheinungen unseres Körpers, wie der übrigen Organismen überhaupt, läßt sich nicht auf dieselben Ursachen, welche den Phänomenen der unorganischen Natur zum Grunde liegen, zurückführen, sondern bildet eigenthümliche Aeußerungen von Thätigkeiten und Kräften, welche nur den Pflanzen, den Thieren und dem Menschen zukommen. Man bezeichnet sie daher mit dem Namen der organischen oder der vitalen oder der Lebensphänomene. Hierher gehören die Functionen der Selbsterhaltung, der Fortpflanzung und bei den Thieren und dem Menschen die des Nervenlebens. Die ersteren beiden bedingen die vegetativen, die letzteren die animalen Lebenserscheinungen. Zwischen diesen beiden Abtheilungen aber existirt noch ein sehr wesentlicher Unterschied. Denn wir können uns vorstellen, daß die Selbsterhaltung und die Zeugung bloße Folgen der Organisation sind, daß diese es nothwendig macht, daß die organischen Theile das ihnen Taugliche suchen und das ihnen Schädliche zurückweisen und daß, sobald einmal die Zeugungsbedingungen realisirt werden, dann nothwendig ein neuer Theil, welcher sich selbst organisiren muß, entsteht. Setzt man nur den Weisheitsplan der Organisation selbst voraus, so kann man sich wenigstens alle hierher gehörenden Phänomone vorstellen, ohne zu der Annahme von anderen, als physikalisch-chemischen Erscheinungen gezwungen zu sein. Nicht so bei dem Nervenleben. Die Nervenkraft selbst ist Etwas, das jenseits der Physik und Chemie liegt, mit keiner der physikalischen Kräfte übereinstimmt, der chemischen Kraft nicht analog ist. Wir haben hier ein Phänomen eigenthümlicher Art, welches uns erst, indem es die Sinneserscheinungen vermittelt, die physikalisch-chemischen Kräfte, und indem durch dasselbe unsere Intelligenz wirkt, die Weisheit der Naturgesetze auffassen und bewundern lehrt. Mögen auch seine Thätigkeiten physikalische und chemische Veränderungen in unserem Organismus bedingen, das Nervenprincip an und für sich ist etwas Eigenthümliches, dessen Erscheinungen wir studiren, dessen Effecte und Beziehungen wir erörtern können, das wir selbst aber als ein axiomatisches Grundprincip ohne weitere Erforschung seiner letzten ursächlichen Beschaffenheit, gleich den Grundkräften der Attraction, des Lichtes, der Wärme, des Magnetismus und der Elektricität, voraussetzen müssen. Mit einem Worte: die Erscheinungen der Selbsterhaltung und der Zeugung sind einfache Folgen der Organisation. Die Nervenkraft dagegen ist nicht bloß dieses, sondern zeigt sich auch als ein eigenthümliches, mit keinem anderen identisches Princip.

130 Sorgfältige Forschungen machen es immer wahrscheinlicher, daß keine vollkommen neue Wesen in der Jetztwelt geschaffen werden, sondern daß jedes gegenwärtig lebende Geschöpf durch die zeugende Thätigkeit eines elterlichen Individuums hervorgegangen ist. Pflanzen und niedere Thiere besitzen das Vermögen, sich durch Knospen fortzupflanzen, d. h. ein bestimmter Theil des Mutterkörpers, welcher außerdem als besonderes Organ

functionirt hat oder functioniren könnte, entwickelt sich in eigenthümlicher Richtung, löst sich los und wird zu einem neuen gleichartigen Individuum. Außerdem aber zeigen noch die meisten niederen Thiere eigenthümliche Organe, welche einzig und allein zur Production der neuen Tochterindividuen bestimmt sind. In den Geschlechtstheilen nämlich haben wir zwar ebenfalls einen Theil des Mutterkörpers, welcher sich unter gegebenem Impulse eigenthümlich ausbildet, loslöst und zu dem neuen Wesen wird. Allein außer dieser Thätigkeit kann er keine andere Bestimmung erfüllen. Die Möglichkeit, daß er dem Mutterkörper noch zu anderen Zwecken diene, ist hier nicht vorhanden. Wird ein Ei nicht befruchtet und entwickelt, so ist dessen Existenz und Bestimmung verfehlt, während bei organischen Wesen, welche Knospen bilden, die Theile, aus welchen diese hervorgehen, auch sonst nützlich sind oder wenigstens in brauchbare Organe umgewandelt werden können.

Bei den höheren Thieren und dem Menschen fehlt die Knospenfortpflanzung gänzlich. Es existirt nur die durch Eier. Wo diese aber vorhanden, sind sie nicht im Stande, sich selbst den Anstoß zur Entwickelung eines Embryo zu geben. Diese Thätigkeit versieht die eigenthümliche Absonderungsflüssigkeit des Samens. Es entsteht so die Nothwendigkeit, einerseits Apparate der Eibereitung und anderseits solche der Samenbildung, oder weibliche und männliche Geschlechtstheile herzustellen. Beiderlei Organe können bei niederen Thieren in einem und demselben Mutterindividuum neben einander vorkommen. Wir haben dann einen Hermaphroditen. Bei vielen niederen und allen höheren Thieren, sowie bei dem Menschen, bereitet immer das eine Individuum den Samen, das andere das Ei. Es erscheinen so getrennte Geschlechter, Männchen und Weibchen.

In dem thierischen und dem menschlichen Eie zeigen sich außer der 131
äußeren Hülle, welche das Ganze einschließt, oder der sogenannten Dotterhaut zwei wesentlich verschiedene Theile, einerseits nämlich das Keimbläschen mit dem Keimfleck und anderseits der Dotter. Ist der Impuls zur Embryonalentwickelung gegeben, so geht diese von dem Keimbläschen und dem Keimflecke aus. Beide verändern sich so lange, bis endlich das neue Wesen hergestellt ist. Da aber diese Metamorphose mit keinem bloßen Wechsel der Gestalt, sondern auch mit einer sehr bedeutenden Vergrößerung des Volumens verbunden ist, so wird hierzu ein Succurs von neuen Stoffen nothwendig. Diese giebt ursprünglich der Dotter. Er leistet daher anfangs dasjenige, was später die Bestimmung der Nahrungsmittel ausmacht. Nun haben wir gesehen, daß die Organe des Menschen — und dasselbe ist auch bei den Thieren der Fall — aus stickstofflosen und stickstoffhaltigen organischen Substanzen zusammengesetzt werden und daß der Grundrepräsentant der ersteren das Fett, der der letzteren das Protein ist. Soll daher der Dotter das Materiale für die Bildung der Embryonalorgane liefern können, so muß er, wie wir es auch in der That finden, aus Fett und Proteinkörpern bestehen. Eine größere Menge der letzteren wird ihm noch häufig als umhüllendes Eiweiß beigegeben. Bei den eierlegenden Thieren müssen überdies noch in dem Eie die Grundmaterien zur Bildung der feuerbeständigen Elemente vorliegen. Eier, welche sich im

Wasser oder an feuchten Orten entwickeln, können diese von außen aufnehmen. Sonst aber erhalten sie noch, damit der Embryo im Stande sei, sein Skelett herzustellen, ein an kohlensaurem Kalke reiches Gebilde, die Kalkschaale. Ganz anders dagegen werden sich diese Verhältnisse da, wo die vollständige Embryonalbildung, wie bei dem Menschen und den Säugethieren, im Mutterleibe vor sich geht, gestalten. Denn hier braucht sich der Fötus nur ein Organ, durch welches er Stoffe aus dem Mutterkörper in reichlicher Menge aufnehmen kann, zu schaffen, um wegen seines Bedarfes an Nahrungsmaterial gesichert zu sein. Jenes Organ ist der Fruchtkuchen, Placenta, oder genauer gesagt: die sogenannte Placenta fötalis. Der Dotter braucht nur so lange, bis dieser Apparat vollständig hergestellt werden kann, als nothwendiges und einziges Nahrungsmaterial zu functioniren. Aus diesem Grunde ist er auch hier verhältnißmäßig sehr klein und erlangt nie für das fernere Embryonalleben die Bedeutung, welche er bei den eierlegenden Thieren besitzt.

132 Sind aber einmal für das Keimbläschen mit seinem Inhalte die nothwendigen Bedingungen gegeben, so folgt Metamorphose auf Metamorphose, bis der Embryo vollendet ist. In dem selbstständigen Wesen kehrt dasselbe wieder. Auch dieses bedarf einer Reihe fortwährend darzureichender äußerer Agentien und Körper, seiner sogenannten Lebensreize, wie zum Theil des Lichtes, vorzüglich aber der Wärme, der atmosphärischen Luft, des Wassers und der Nahrungsmittel. So wie aber diese nicht fehlen, arbeitet die organische Maschine von selbst fort und producirt ihre Selbsterhaltung, ihre Vergrößerung und ihre höheren Lebenserscheinungen, bis endlich im Laufe der Zeit die Kräfte erlahmen, allmählig erlöschen und zuletzt der natürliche Tod eintritt. Gleichwie sich die Planeten, so lange die Bedingungen der Attraction vorliegen, automatisch in ihren regelmäßigen Bahnen um die Sonne bewegen, so erzeugen sich alle Lebensphänomene, wenn die Lebensbedingungen vorhanden sind, ebenfalls von selbst. Dieses ist kein Resultat einer besonderen, gleich einem Menschen bei einer Maschine, wirkenden Lebenskraft, sondern die Folge eines unendlich weisen, unserem schwachen Verstande unbegreiflichen Schöpfungsplanes, nach welchem Alles von selbst geht, sobald sämmtliche Prämissen vorhanden sind. Verändern sich diese, so ändert sich das Resultat, oder es tritt die Unmöglichkeit des Fortbestehens ein. Das erstere nennen wir Krankheit, das letztere Tod. Jede Krankheit ist entweder die Folge einer Veränderung der Lebensreize oder der Apparate, welche diese verarbeiten, oder beider Momente zugleich. Tod ist der Stillstand der Apparate, welche dann einzelne Lebensreize, wie die Nahrungsmittel, nicht mehr aufnehmen und verarbeiten können, durch andere dagegen, wie die Wärme, die Atmosphäre und das Wasser nur um so schneller verzehrt und in die einfachen binären Verbindungen der Kohlensäure, des Wassers und des Ammoniaks übergeführt werden. Das geistige Princip, welches aus keiner materiellen Metamorphose entstanden, kann auch daher nicht sterben. Die Seele, welche den einigen Schöpfer in seinen Werken zu erkennen und diese zum Theil nachzuahmen im Stande ist, vermag eben so wenig unterzugehen, als der Geist der

Menschheit, welcher in anhaltender Fortbildung vorschreitet, und als der unendlich höhere Geist des Schöpfungsplanes, den wir uns unter der Benennung „Gott“ vorstellen.

Da das Nervensystem der höchste Apparat des thierischen und mensch- 133
lichen Körpers ist und durch seinen Einfluß die übrigen Theile beherrscht, anderseits aber mit keiner physikalisch-chemischen Kraft übereinstimmt, so muß hierdurch jeder Organismus einen eigenthümlichen Grundcharakter, welcher von dem der Erscheinungen der unorganischen Welt abweicht, erhalten. Es müssen die durch den Organisationsplan bedingten organischen und die durch die Besonderheit des Nervenprincipes verursachten vitalen Gesetze eigenthümliche werden. Die letzteren aber beziehen sich vorzugsweise, ja unmittelbar ausschließlich auf die Objecte der Thätigkeiten des Nervensystemes, auf Bewegung und Empfindung, können jedoch natürlich, weil die Organe des Stoffwechsels bewegliche sind, auch auf diese influiren. Allein die Einheit des Planes oder die Analogie, die wir überall in der Natur vorfinden, fehlt auch hier nicht. Denn die wesentlichsten Verhältnisse der organischen und vitalen Gesetze lassen sich unter drei Gesichtspunkten, welche an parallele Erscheinungen der übrigen Welt erinnern, unter dem der Anziehung, des Gleichgewichtes und der Periodicität, betrachten. Die Nothwendigkeit eines bestimmten Erfolges aus gegebenen Prämissen aber ist die gemeinschaftliche Basis, auf welcher die bewundernswürdige Gesetzmäßigkeit des Weltalls überhaupt beruht.

Organische Anziehung.

Die eben geschilderten Eigenthümlichkeiten der Organismen müssen 134
als ihren Folgeausdruck die Erscheinung einer organischen Anziehung bedingen. Der Keim muß bestimmte Stoffe annehmen, andere abstoßen, um seinem Organisationsplane gemäß fortschreiten zu können. Dasselbe wird auch später bei dem selbstständigen Wesen behuf der Erhaltung und des Wachsthumes derselben der Fall sein. Nach einer mehr anthropomorphischen Vorstellung denkt man sich hierbei eine organische Kraft, welche alle diese Verhältnisse leitet und gleichsam über den gewöhnlichen physikalisch-chemischen Kräften gestellt, dieselben einseitig beherrscht. Bei einer höheren Auffassungsweise findet eine solche Annahme nicht Statt. Die Gesetze der Wirkungen sind die der physikalisch-chemischen Effecte. Allein alle Bedingungen sind in dem weisen Schöpfungsplane so genau berechnet, daß von dem ersten Impulse des Keimes bis zu dem natürlichen Tode Alles von selbst fortrollt und unter den gegebenen Verhältnissen alle Lebensreize von selbst auftreten. Da wir aber die bedingenden Momente der Organisation eines lebenden Wesens nie vollkommen durchschauen können, so müssen wir hier stets auf eigenthümliche unerklärbare Erscheinungen stoßen. Nur bei dem Wenigen, welches uns von den Organisationsverhältnissen und deren wechselseitigen Wirkungen wahrhaft klar wird, können wir die physikalisch-chemischen Voraussetzungen und Folgen deutlicher erfassen.

Für die bei dem Stoffwandel eintretenden Anziehungserscheinungen 135

bildet das Blut die Centralflüssigkeit, gleichsam das Centralreservoir, aus welchem alle Theile unseres Körpers ihr Materiale schöpfen. Die Menge desselben steht zur Größe des Körpergewichtes, mithin auch zu der der Organsubstanzen in einem mehr oder minder bestimmten Verhältnisse. Aus der Mischung des Blutes oder der aus ihm ausschwitzenden Fluida lassen sich alle Verbindungen, welche in den übrigen Organen vorkommen, mehr oder minder herleiten. Tritt nun die Ernährungsflüssigkeit aus dem Blute heraus, so ist die Bildung der Organtheile auf diese Weise gesichert. Allein hierbei kommt dann die Eigenthümlichkeit der organischen Anziehung zum Vorschein. Im Erwachsenen nämlich wählt sich jedes Gewebe aus dem gemeinschaftlichen Ernährungsfluidum dasjenige, was ihm entspricht, die Zellgewebefaser, die Muskelfaser nur die ihnen zukommenden Stoffe und keine anderen aus. Noch deutlicher erscheint dasselbe bei der ersten Bildung der Organe und Gewebe. Wir haben anfangs eine gallertige Ausschwitzungsmasse, das Blastem. In ihr erzeugen sich isolirte Kerne und um diese Zellen, oder es geht die Production neuer Zellen in älteren vor sich. Die Kerne und Zellen ziehen nur die ihrer Metamorphose entsprechenden Stoffe an und organisiren sich so zu einzelnen bestimmten Gewebtheilen, z. B. zu Muskelfasern. Um die Peripherie der einmal entstandenen Muskelfasern lagern sich bald neue Kerne ab, entstehen bald neue Muskelfasern. Diese oder der Stoff zu deren Entwickelung wird aus dem Blastem eben so, wie die feste aufgelöste Substanz einer Solution von einem hineingehängten Krystalle angezogen.

Etwas Aehnliches sehen wir bei vielen Krankheitsprocessen. Wenn ein Mensch einen Knochen bricht, so erzeugt sich an der Bruchstelle Entzündung, Ausschwitzung und vermehrte Congestion des Blutes. Allein die Anwesenheit des benachbarten Knochens bestimmt es, daß sich in dem neuen Producte Knorpel- und Knochensubstanz bildet, daß ein Callus entsteht und daß der Bruch verheilt. Vereinigen sich zwei durchschnittene Nerven durch Exsudat, so daß die Durchschnittsenden der Primitivfasern einander zugekehrt sind, so geht von diesen die Bestimmung zur Erzeugung neuer Nervensubstanz aus. Die Lücke füllt sich wieder mit Nervenmasse. Mit einem Worte: die Anwesenheit bestimmter organischer Theile bedingt nicht bloß einen festen Niederschlag aus der Ernährungsflüssigkeit überhaupt, sondern bewirkt auch, daß ihm gleichartige Stoffe von dem Gewebtheile aufgenommen oder neben ihm abgelagert werden. Ein in eine Auflösung gehängter fester Körper vergrößert sich aber nur mit fester Substanz überhaupt, möge diese seiner Masse gleichartig sein oder nicht.

136 Eine andere Reihe organischer Stoffanziehungen wird schon mehr durch die einfache anatomische Anordnung bedingt. Es sind dieses diejenigen Phänomene, welche man mit dem Namen der Nachbarsympathieen oder Nachbarsynergieen bezeichnen kann, während die meisten anderen sogenannten Sympathieen zu den Erscheinungen des organischen Gleichgewichtes gehören. Eine Schleimhaut z. B. wird leicht in ihrer ganzen Ausdehnung zu vermehrter Absonderung angeregt, sobald eine verändernde Ursache nur auf einen Theil derselben einwirkt. In Folge eines verdorbenen Magens

bekommen wir leicht Diarrhö. Katarrh der Nase zieht leicht die gleichartige Affection der Athmungsschleimhäute, der Bindehaut des Auges, der Schleimhaut der Eustachischen Trompete und der Trommelhöhle nach sich u. dgl. mehr. Entzündung des Magens hat häufig die gleiche Affection in den Gedärmen, die des Eierstockes eine solche in den Tuben und der Gebärmutter zur Folge. Bei allen diesen Processen ist die Ueberführung zu benachbarten oder verwandten Theilen die Folge der anatomischen Verwandtschaft, deren physiologische Effecte wir in der speciellen Physiologie genauer kennen lernen werden.

Auch in dem Nervenleben haben wir in niederen, wie in höheren 137
Sphären analoge Anziehungserscheinungen. Eine Nervenfaser bringt leicht, wenn sie stark angeregt wird, die in ihrer Nachbarschaft, im Gehirn und Rückenmark verlaufenden Fasern in Mitleidenschaft [1]. Im gesunden Zustande kommen auf diesem Wege viele harmonische Erscheinungen, welche zur Realisation einzelner Functionen nothwendig werden, zu Stande. Hierher gehören z. B. die übereinstimmenden Thätigkeiten der Augenmuskeln, der Athembewegungen, der Bewegungen der Bauchmuskeln bei der Stuhlentleerung u. dgl. In vielen Krankheitsfällen werden auf diese Art entfernte Theile in Mitleidenschaft gezogen. So haben wir z. B. bei Leiden des Testikels oder der Ovarien Affectionen des Magens, bei denen des Kopfes solche der Leber. Auch gleichartige Nervenerscheinungen werden nicht selten durch eine Art homogener Anziehung bedingt. Schwarzer Staar des einen Auges zieht häufig den des andern nach sich. Auf Lähmungszustände des Sehorganes folgen oft solche des Gehörorganes. Nervenschmerzen in einem Nervenzweige haben häufig solche in dem ganzen Stamme oder in entfernten, aber im Centralnervensysteme in der Nachbarschaft verlaufenden Nerven zur Folge. Endlich kehrt bei unserem Denken dieselbe Norm wieder. Das Gesetz der Association, nach welchem wir Begriff an Begriff reihen, das Gedächtniß, welches uns verwandte Vorstellungen zurückruft, die Liebe zu gewohnten oder ansprechenden Dingen, die Neigung zu Studien, welche mit dem Talente und der Geistesrichtung harmoniren, ja das egoistische Princip, welches jeden Menschen mehr oder minder beherrscht und nur durch die Kraft der Vernunft beschränkt wird — alle diese Processe sind bloß die mannigfaltigen Folgen eines und desselben Anziehungsgesetzes, welches in alle Richtungen unserer körperlichen und geistigen Existenz energisch eingreift.

Organisches Gleichgewicht.

Die sämmtlichen Thätigkeiten unseres Körpers sind bei der Harmonie 138
und Symmetrie, welche den Organismus überhaupt beherrschen, wechselseitig äquilibrirt, und, wie wir in der speciellen Physiologie mehr als ein Mal

---

[1]) S. über diese sogenannten Contactsympathieen Henle Pathologische Untersuchungen. Berlin. 1840. S. 83 fgg. J. Budge Allgemeine Pathologie als Erfahrungswissenschaft. Bonn. 1842. 8. S. 31.

sehen werden, auf das genaueste mathematisch bestimmt. Was einerseits in das Blut durch die Verdauung und die Einsaugung übergeht, wird von diesem wieder für die Ernährung der Theile, die Ab- und Aussonderungen abgegeben. Diese Einnahmen und Ausgaben halten sich stets das Gleichgewicht, so daß das Blut, gleichsam das Zünglein der Wage, immer wieder zu seinem alten Standpunkte zurückkehrt und erst bei tieferen Störungen der Processe wesentlicher verändert wird. Hierbei sind aber die einzelnen Functionen wechselseitig so regulirt, daß sie nicht bloß in gegenseitigen stabilen, sondern auch in veränderlichem Gleichgewichte sein können. Trinken wir viel, so wird mehr Harn abgeführt, so daß dadurch die übrigen Organe vor der Wirkung des überflüssigen Wassers geschützt sind. Nach der Hauptmahlzeit des Tages ist die Ausscheidung der Kohlensäure durch die Lungen vergrößert. Unterdrückung der Hautausdünstung bedingt Durchfall. Ein Wassersüchtiger urinirt wenig, und durch Beförderung seiner Harnabsonderung suchen wir einen Theil des extravasirten Wassers zu entfernen. Alle diese Thatsachen beweisen, daß ein Organ oder mehrere Apparate, um mögliche Störungen des Gleichgewichtes zu verhüten, zu stärkerer Thätigkeit angeregt werden und sich so gleichsam für die übrigen, die sonst leiden müßten, opfern können. Man sieht aber leicht ein, daß durch diese Eigenschaft die Normalexistenz unseres Körpers unendlich gesicherter ist, als wenn nur die Werkzeuge desselben stabil äquilibrirt wären. In dem letzteren Falle müßten die Thätigkeiten unserer Maschine durch die geringfügigsten Ursachen in Stockung gerathen.

139 In dem Nervenleben kehren ähnliche Normen wieder. Anstrengung eines Nerven erhöht die Reizempfänglichkeit eines anderen. Indem z. B. die Muskeln als Beuger und Strecker, als Anzieher und Abzieher, mit einem Worte antagonistisch vertheilt sind, befindet sich der eine meistentheils in Zusammenziehung, während der andere erschlafft ist. Jener verliert, dieser gewinnt alsdann an Reizempfänglichkeit. Um wie viel jener erschöpft wird, um so viel erhöht sich proportionell das Vermögen von diesem. Da nun aber später das umgekehrte Verhältniß der Zusammenziehung und Erschlaffung eintritt, so folgt aus dieser antagonistischen Einrichtung das zweckmäßige Resultat, daß beide Theile kräftiger, als wenn ihre Thätigkeit zu derselben Zeit die gleiche wäre, wirken können. Zu angestrengtes Sehen ermüdet, während ein Auge, welches lange Zeit gar nicht in Anspruch genommen worden ist, so sensibel wird, daß das gewöhnliche Tageslicht erschöpfend wirkt u. dgl. mehr. Drücken wir aber dieses Gesetz allgemein aus, so finden wir, daß während der Anstrengung mehr Nervenkraft verzehrt, während der Ruhe ein Ueberschuß derselben angehäuft wird. Da in beiden Momenten die materielle Ernährung der Nerven fortdauert, so bedingt der erstere Zustand eine Verschleuderung, der letztere eine Ersparniß an Ernährungsmaterialien oder, was das gleiche ist, an Folge derselben, an Nervenkraft. Dieses Gesetz ist jedoch eben wiederum nur ein Gleichgewichtsgesetz einer Reihe von Thätigkeiten unserer Körpers.

Aus dem gleichen Grunde wird ein und derselbe Theil durch anhaltende Einwirkung für gewisse Reize abgestumpft, während sich seine Reizbarkeit

für andere Irritamente erhöht. Leiten wir z. B. einen positiven galvanischen Strom so lange in einen Muskel ein, bis dieser nicht mehr reagirt, so ist seine Irritabilität hierdurch noch nicht vollkommen erschöpft, sondern er ist noch im Stande, auf einen negativen Strom zu antworten. Setzen wir aber diese Anstrengung desselben wiederum bis zur Erschöpfung fort, so kann er von Neuem für den positiven Strom empfänglich erscheinen. Nur wenn die so bedingten Ausgaben so groß sind, daß sie die Einnahmen der Ladung des Nerven bedeutend übersteigen, fehlt endlich natürlicher Weise die Reaction gänzlich. Eben so erklärt sich aus diesem Gleichgewichtsgesetze von selbst, wie Ruhe und Schlaf die angestrengte Maschine unseres Körpers wiederum zur Sammlung bringen und zu neuem Gange tauglicher machen. Beide Factoren müssen, wenn keine Störung eintreten soll, den erzeugten Anstrengungsausgaben proportional sein. Nur die beiden Grunderreger aller Functionen unseres Körpers, der Kreislauf und die Gehirnthätigkeit, ruhen selbst im Schlafe nicht vollkommen aus, weil ein Stillstand des ersteren die materielle, ein solcher des letzteren die nervöse Seite unseres Organismus aufheben würde. Sie sind nur beschränkt und gleichsam auf das für den Normalzustand mögliche Minimum ihrer Kraftäußerung reducirt, so daß in ihnen ein Ueberschuß der Ladung für den wachenden Zustand entstehen kann. Durch den fortdauernden Kreislauf werden auf diese Art alle Theile zu neuer Thätigkeit gestärkt. Daher wir auch des Morgens am frischesten sind und des Abends schläfriger werden.

Zu geringe Ladung kann die Tenacität, mit welcher diese zurückgehalten und vertheilt wird, herabsetzen, zu starke das Umgekehrte bewirken. Um mich eines trivialen Beispieles zu bedienen, so haben wir hier dasselbe, wie bei der bekannten psychologischen Erscheinung, daß häufig ärmere Leute mehr Geld ausgeben und viele Menschen, je reicher sie werden, um so größere relative Sparsamkeit beobachten. Ein gesunder Muskel entladet sich bei seiner Contraction immer nur auf mäßige, dem Willen entsprechende Weise. Ein halbgelähmter dagegen verfällt leicht in krampfhafte Zuckungen und erschöpft auf diese Art seine schwachen Kräfte früher. Was eine gesunde Frau noch gar nicht afficirt, erregt bei einer hysterischen die heftigsten Nervensymptome, die bedeutendsten Convulsionen. Ist das Quantum der Ladung gar zu schwach, so bedarf es eines sehr starken Reizes, um eine entsprechende selbst geringe Wirkung hervorzurufen. Ein halbgelähmter Muskel zieht sich nur unter größter Anstrengung des Willens und selbst dann bloß schwach zusammen. Bei übermäßiger Ladung entsteht zu große Spannung und Selbstentladung. Congestionen nach Gehirn und Rückenmark z. B. haben automatische Muskelkrämpfe zur Folge. Man sieht aber leicht ein, daß alle diese Normen des Nervenlebens mehr oder minder an die Gesetze des Gleichgewichtes physikalischer Kräfte, z. B. der Elektricität, erinnern.

Durch den Einfluß der Gewohnheit und der Uebung kann ein Organ 140
aus seiner ursprünglichen Gleichgewichtsstellung verrückt werden und so entweder in stärkerem oder geringerem Grade, als der normalen Harmonie entspricht, functioniren. Jeder häufig gebrauchte Theil zieht mehr Blut

an, wird stärker ernährt oder scheidet mehr ab. Ein Arbeiter hat kräftigere Armmuskeln, als ein schwaches Mädchen. Bei Lahmen, bei Amputirten ist das gesunde Bein immer bedeutender entwickelt und dgl. mehr. Nerveneindrücke, welche gewöhnlich das Gleichgewicht stören, werden so ohne Beschwerde ertragen. Dem Schmiede z. B. macht das Klopfen seines Hammers keinen Kopfschmerz, dem Anatomen die entstellteste Leiche keine Uebelkeit mehr. Wie der Mensch nur zu leicht seinen eigenen Geisteszustand bei Anderen voraussetzt, so verfallen Aerzte, welche gegen die Vorstellung der traurigsten Leiden durch Gewohnheit abgestumpft sind, häufig genug in den Fehler, unästhetische Gespräche vor Laien zu führen. Auch in diesen Erscheinungen haben wir nur eine Anwendung des früher erwähnten Gesetzes des labilen Gleichgewichtes. Denn durch Gewohnheit und Uebung entsteht hier nur ein habituelles Plus eines Organes oder einer bestimmten Thätigkeitsäußerung.

141 Eine andere Reihe von Anziehungs- und Gleichgewichtserscheinungen endlich wird durch die symmetrische Vertheilung der Organe unseres Körpers bedingt. Symmetrische Apparate functioniren entweder häufig gleichzeitig, oder die Thätigkeit des Einen steigt, so wie die des andern sinkt, und umgekehrt. Wir können z. B. leicht beide Arme in demselben Momente nach vorn oder nach hinten bewegen, oder den einen nach vorn, den andern nach hinten führen. Allein es ist schon schwerer und erfordert besondere Uebung, den einen Oberarm nach vorn, den anderen nach hinten zu drehen. Ganze Reihen von Thätigkeiten basiren sich auf solchen gleichen oder entgegengesetzten Symmetriethätigkeiten. Bei gesunder Stellung beider Augen z. B. ist zu gleicher Zeit der Rectus internus des einen zusammengezogen, der des andern erschlafft. Bei dem Gehen sind die Flexoren des fortschreitenden Beines contrahirt, während an dem stützenden Fuße die Extensoren die gleiche Thätigkeit darbieten. Auf die harmonische Wirkung der beiden Seitenhälften sind alle Sphinkteren z. B. der Orbicularis oculi, der Orbicularis oris, der Sphincter ani, alle den physiognomischen Ausdruck bedingenden Thätigkeiten der Gesichtsmuskeln, die Zusammenziehung der Athemmuskeln, des Herzens, der Blase berechnet.

Verhüllter und sparsamer treten schon die Erscheinungen, welche durch die Längensymmetrie des Körpers bedingt werden, auf. Allein auch hiefür lassen sich einzelne Belege anführen. Der Kopftheil des sympathischen Nerven z. B. geht in die höheren Sinnesorgane, der Endtheil desselben in die Geschlechtstheile und den Mastdarm aus. Durch Reizung der Genitalien bei dem Beischlafe, bei Onanie u. dgl. werden die Augen geschwächt. Es entsteht leicht Ohrensausen, Verstopfung und vermehrte Schleimabsonderung der Nasenhöhle. Kinder mit Sprungwürmern im Mastdarme, mit Spuhlwürmern im Nahrungscanale überhaupt haben eine erweiterte Pupille. Die plötzliche Unterdrückung habitueller Fußschweiße bedingt leicht heftige Congestionen nach dem Kopfe, Hirnentzündung, Irrereden. Die Endtheile der Extremitäten besitzen eine größere Tastempfindlichkeit, gleich wie der Endtheil des centralen Nervensystemes, das Gehirn, die höchste Ausbildung, dessen das Nervenleben fähig ist, erlangt. Hirn,

Herz und Magen sind die drei Hauptorgane, welche bei den meisten Krankheitszuständen gleichzeitig afficirt werden u. dgl. mehr.

Organische Periodicität.

Unser Körper bietet nicht bloß einen sehr hohen Grad von Symmetrie 142
rücksichtlich der Raumvertheilung, sondern auch einen solchen in Betreff der Zeitverhältnisse dar, d. h. viele, wo nicht alle Thätigkeiten desselben erscheinen an eine gewisse Periodicität gebunden, gleichwie auch die zeitlich symmetrischen Verhältnisse der Bewegungen der Planeten auf die ganze Schöpfung von wesentlichem Einflusse sind. Die strenge Gesetzmäßigkeit, welche in der gesammten Natur herrscht, muß sich schon der Vollständigkeit wegen auf die zeitlichen Momente ausdehnen. Tritt diese in vielen Erscheinungen nicht so auffallend, wie die räumliche Symmetrie hervor, sind wir nicht im Stande, ihre Existenz besser nachzuweisen, ihre Ursachen gründlicher zu erkennen, so liegt dieses nur darin, daß die zeitliche Regelmäßigkeit erst die Folge der anatomischen und der physiologischen Symmetrie ist, daß also die Prämissen complicirter werden und die Leichtigkeit der Einsicht daher verhältnißmäßig abnimmt. Aus diesem Grunde aber darf es uns nicht wundern, weshalb wir für die Periodicität vieler Thätigkeiten unseres Körpers, z. B. der Menstruation, der Schwangerschaft, der Pubertätsentwickelung, der Revolution im Körper des Weibes, noch keine bestimmten oder wenigstens keine Specialgründe anzugeben vermögen, weshalb wir vielmehr bis jetzt alle diese Phänomene fast nur als axiomatische Erfahrungen hinzustellen genöthigt werden.

Die täglichen Schwankungen, welche in unserem Organismus wieder- 143
kehren, zeigen sich am deutlichsten in dem Wechsel des Wachens und des Schlafens. Ein erwachsener Mensch wacht 14 bis 19 Stunden und schläft 10 bis 5 Stunden, so daß sich der Sammlungseffect zu dem Thätigkeitseffecte = 1:1,4 bis 1:3,8 verhält. Bei alten Leuten sinkt der erstere, bei Kindern und Säuglingen steigt derselbe auf sehr bedeutende Weise [1]). Allein nicht bloß diese gemeinschaftliche Folge complexer Thätigkeiten, sondern auch einzelne andere Functionen haben wahrscheinlich eine mehr oder minder ausgesprochene Periodicität an sich. Hierher gehören vor Allem die Phänomene des Pulsschlages und des Athmens, obgleich wir bei den mannigfachen störenden Einflüssen, welche durch die Individualität, durch die Verdauung und die Assimilation, durch körperliche und geistige Anstrengungen bedingt werden, die Regel vor der Menge der Modificationen und Ausnahmen nicht zu erkennen im Stande sind. Deutlicher, als im gesunden Zustande treten diese Momente bei Krankheiten hervor. Die Aufregung des Kreislaufes und des Athmens bei Fiebern und Entzündungen, welche man mit dem Namen der Exacerbation bezeichnet, findet sich gegen Abend und des Nachts ein und fehlt am Morgen und Mittag. Viele

---

[1]) Siehe J. Liebig die organische Chemie in ihrer Anwendung auf Physiologie und Pathologie. Braunschweig. 1842. 8. S. 257.

Schmerzen erscheinen, wie schon früher (§. 66) erwähnt wurde, zu bestimmten Zeiten des Tages oder der Nacht. Auch in dem Nervenleben treten parallele Phänomene hervor. Der durch den Schlaf gesammelte Mensch ist besonnener, ruhiger, zu scharfen Verstandesschlüssen aufgelegter, während der bis tief in die Nacht hinein wachende phantasiereicher wird. Ein Philosoph, ein Mathematiker arbeitet daher leichter des Morgens, ein begeisterter Dichter eher in tiefer Nacht. Ob in den gesunden Verhältnissen gewisse Erscheinungen nach einem Cyclus von mehreren Tagen oder von einer Woche wiederkehren, ist noch nicht constatirt. Daß aber etwas der Art möglich sei, lehren die Krankheitszustände der verschiedenartigen Wechselfieber, welche am leichtesten nach den Gesetzen einer einfachen oder doppelten arithmetischen Progression als eintägiges, dreitägiges, viertägiges Fieber u. s. f. auftreten. In den Regeln des Weibes endlich und der Schwangerschaft desselben haben wir eine Reihe periodischer Phänomene, welche sich auf den Typus von Wochen oder Monaten ausdehnen. Wenn auch die eine Frau nach 3, eine andere nach 4, eine dritte endlich nach 5—6 Wochen menstruirt, wenn auch so der vierwöchentliche Typus des Mondumlaufes, auf welchen man die Thätigkeit der Regeln häufig bezieht, nicht scharf hervortritt, so ist doch in jedem Einzelfalle eine mehr oder minder bestimmte periodische Wiederkehr nach einem Wochentypus kaum zu verkennen. Bei der Schwangerschaft stellt sich das Gleiche im Großen als Cyclus von neun Monaten dar. Genauer jedoch beträgt vielleicht diese Zeit ein gewisses Multiplum derjenigen Zeitperiode, nach welcher die Regeln im Normalzustande im Durchschnitt wiederkehren. Für das ganze Leben endlich erscheinen die verschienenen Phänomene der Entwickelung und Ausbildung der Thätigkeiten an gewisse nach Jahren im Allgemeinen bestimmbare Zeitabschnitte gebunden [1]).

---

[1]) Ausführliche Zusammenstellungen und Besprechungen der verschiedenen Angaben über die Periodicitätsphänomene im gesunden und kranken Zustande siehe in Burdach die Physiologie als Erfahrungswissenschaft. Zweite Auflage. Bd. III. S. 128 fgg. und Henle pathologische Untersuchungen. Berlin. 1840. 8. S. 166 fgg.

Specielle Physiologie.

Erste Abtheilung.

Die Lehre vom Stoffwandel.

Die Darstellung der vegetativen Erscheinungen oder die Lehre vom Stoffwandel erläutert die in ihren Bereich fallenden Thätigkeiten von einem möglichst reinen physikalisch-chemischen Standpunkte und abstrahirt, so sehr es angeht, von allen organischen Verhältnissen, welche in den das Nervenleben betrachtenden Abschnitt der speciellen Physiologie gehören. Aus diesem Grunde begnügt sie sich daher auch damit, die lebendigen Processe und vorzüglich die Contractilitätsphänomene, welche von den vegetativen Functionen in Anspruch genommen werden, nach ihrem einfachen Auftreten zu schildern, unterläßt es aber, dieselben ihren nervösen Beziehungen und Ursachen nach zu erörtern. 144

Verdauung.

Der fortwährende Umsatz, welcher in dem Organismus Statt findet, der Abgang nicht mehr benutzter oder untauglich gewordener Stoffe, welcher durch die Hautabschuppung, durch verschiedene Absonderungen, durch Ausscheidungen an freien Oberflächen, durch den Urin, die den Excrementen beigemischten Producte, vorzüglich aber durch die Lungen- und die Hautausdünstung, also die sogenannte Perspiration überhaupt, beständig erfolgt, die Speisung, welche alle Energieen des thierischen und menschlichen Körpers voraussetzen, endlich, wo sie existirt, die Zunahme der Organtheile selbst machen es nothwendig, daß von Zeit zu Zeit von außen her eine Menge neuer, zu fernerer Aneignung tauglicher Stoffe dem Thiere oder dem Menschen zugeführt werden. Vorzugsweise geschieht dieses durch die Nahrungsmittel, welche als Speise und Getränk in den Darmapparat gelangen. Hier erhalten sie durch den Act der Verdauung eine zweckmäßige, mechanische und physikalisch-chemische Vorbereitung, welche es möglich macht, daß das Brauchbare derselben in das Blut und von da in den übrigen Organismus übertritt. Dasjenige hingegen, welches zu diesem Zwecke nicht angenommen wird, geht in Verbindung mit anderen ebenfalls zu fernerer Verwendung nicht mehr zurückgehaltenen Stoffen, wie den Ueberresten der Galle und einem Theile des Darmschleimes als Koth wiederum hinweg. 145

146 Das Bedürfniß erneuerter Aufnahme von Nahrungsmitteln giebt sich durch eigenthümliche Empfindungen kund. Das Gefühl des Hungers[1]) regt die Begierde nach festeren, das des Durstes nach flüssigeren Nahrungsstoffen an. Beide sind eigenthümliche Modificationen eines niederen Grades einer charakteristischen Schmerzensempfindung, welche bei dem Hunger mehr mit einer Perception von Nagen in dem Magen, bei dem Durste mit einer solchen von Trockenheit im Schlunde verknüpft ist. Durch Befriedigung des Hungers entsteht das Gefühl der Sättigung, durch Ueberfüllung des Magens oder Genuß eines größeren Quantums von Speisen, als der Appetit erforderte, überhaupt, das der Uebersättigung. Hunger und Durst sind subjective Reactionen des Nervensystemes. Das Gefühl des Hungers und mit ihm auch der Sättigung wird durch die Magenzweige des herumschweifenden Nerven vermittelt. Bei Lähmung derselben fehlt, wie Krankheitsbeobachtungen gelehrt haben, der Appetit. Nimmt aber der Mensch Speisen zu sich, so ißt er unbestimmt fort, weil auch die Perception der Sättigung mangelt. Nach Durchschneidung des herumschweifenden Nerven am Halse verzehrten junge Hunde so viel Milch, daß ihnen der Unterleib auf eine sehr auffallende Weise aufschwoll. Ein Pferd fraß nach der gleichen Operation so bedeutend, daß ihm endlich der Magen berstete. Bei Appetitlosigkeit dagegen, welche aus anderen Ursachen, als so vollständigen Lähmungszuständen der Hungernerven herrührt, findet sich in der Regel Gleichgültigkeit gegen die Speisen oder sogar Abneigung und Ekel vor denselben. Eine solche Gefräßigkeit, als eben geschildert wurde, kommt hier nicht vor. Durch welche Nerven die Empfindung des Durstes vermittelt werde, ist noch unbekannt. Vielleicht ließe sich vermuthen, daß die sensiblen Nervenfasern, welche in den Schlundzweigen des herumschweifenden Nerven enthalten sind, diese Thätigkeit versehen.

Wir kennen noch nicht den Hergang, durch welchen die Gefühle des Hungers und des Durstes bedingt werden. Die mechanischen und chemischen Vorstellungen, welche ältere Forscher zur Erklärung des Entstehens des Hungers annahmen, lassen sich durch Thatsachen direct widerlegen. Der Hypothese, daß während des Fastens durch die Bewegung und Runzelung des Magens eine Zerrung der Nerven und dadurch jene eigenthümliche Empfindung hervorgebracht werde (Haller), widerstreitet die Erfahrung, daß der leere Magen zwar in seinem Umfange mehr oder minder verkleinert, aber weder sehr gefaltet, noch in irgend einer gewaltsamen Bewegung begriffen erscheint. Auch müßte dann Anfüllung des Magens mit Luft den Hunger aufheben, so wie umgekehrt eine so gewaltsame Verstärkung der peristaltischen Thätigkeit desselben, wie sie z. B. bei dem Erbrechen eintritt, Hungergefühle momentan anregen — Dinge, von denen häufiger gerade das Gegentheil in der Wirklichkeit Statt findet. Die chemische Vorstellung, daß der Magensaft, sobald er bei Mangel an Speisen angeblich angehäuft werde, ätzend auf den Magen und auf dessen Nerven wirke und so den Hunger bedinge, entspricht ebenfalls nicht der Erfahrung. Enthält der Magen keine Nahrungsmittel, so wird überhaupt wenig Magensaft abgesondert. Der an den Magenwänden haftende Schleim ist meist neutral oder höchstens schwach sauer und eignet sich daher nicht, durch seine freie Säure und ein etwa in ihm vorhandenes freies Alkali angreifend zu wirken. Einen nicht ganz bindenden Ein-

[1]) F. Guil. Kindscher de fame. Berolini. 1828. 8. Fr. Tiedemann Physiologie des Menschen. Bd. III. Darmstadt. 1836. 8. S. 22—56.

wand gegen beiderlei Annahmen bildete noch der Umstand, daß das Hungergefühl von der Schmerzungsempfindung, welche sich bei chemischer oder mechanischer Reizung der Magennerven kund giebt, verschieden sei. Denn fortgesetzter Hunger steigert sich zu wahrer Schmerzensperception im Magen. Es könnte hier derselbe Fall wie bei den empfindenden Nerven der äußern Haut, die, heftig gereizt, schmerzen, schwächer irritirt, Tastempfindung hervorrufen, eintreten. Der gewöhnliche Hunger beruhte daher auf einer geringeren Reizung der Magennerven, über deren Natur und Ursache sich jedoch zur Zeit noch keine genügenden Hypothesen aufstellen lassen.

Die Annahme, daß bei dem Mangel von Speisen die Lymphgefäße des Magens diesen selbst erodiren (Dumas), fällt dadurch hinweg, daß jenes Organ selbst bei Verhungerten noch ganz unverletzt gefunden wird.

Die Empfindung des Hungers mahnt an die nothwendige Compen- 147
sation durch äußere festere Nahrungsmittel. Sie steht daher, so lange sie natürlich bleibt, mit diesen Bedingungen in gleichem Verhältnisse. Ein Säugling, dessen Körpermasse zu schneller Vermehrung bestimmt ist, hungert öfter, als ein Erwachsener. Ein Jüngling, der sich seiner geschlechtigen Entwickelungszeit nähert oder sich in ihr befindet und schnell wächst, hat einen Appetit, welcher erst durch ein größeres Quantum von Speisen befriedigt wird. Ein Kranker, dessen Organismus zu neuer regerer Thätigkeit wieder erwacht, der in die Reconvalescenz tritt, bietet auch eine vermehrte Begierde nach Speisen dar. Umgekehrt vermindert sich diese im höheren Alter um so mehr, je mehr sich die Kraft der Erhaltung des Körpers verringert. Vergrößern sich bei dem gesunden Menschen die Mengen von Stoffen, welche aus seinem Körper davongehen, so kündigt sich die Nothwendigkeit eines Ersatzes derselben durch verstärkten Hunger an. Daher sind ein Aufenthalt in kalten Gegenden, in trockener, reiner Bergluft, alle Arten von Bewegung, verstärkte Einathmung, wie bei dem Sprechen, Singen u. dgl., Samenverluste, Schweiße u. s. f., Momente, welche unseren Appetit befördern. Umgekehrt nimmt er im heißen Sommer, in wärmeren Klimaten, in feuchten Niederungen, bei fortgesetztem Aufenthalte in dumpfen Zimmerräumen, bei Mangel an Bewegung ab. Im Allgemeinen haben Männer bedeutenderen Hunger als Frauen, sanguinische, an lebhafte Thätigkeit gewöhnte Personen stärkern als phlegmatischere.

Eine wesentliche Modification dieses Gefühles wird jedoch durch die Gewohnheit bedingt. Sie bestimmt bei vielen Menschen nicht bloß ungefähr die Zeit, zu welcher der Hunger eintritt, sondern hat auch auf die Intensität desselben einen wesentlichen Einfluß. Personen, welche sich angewöhnt haben, viel zu essen, werden daher auch häufiger oder stärker von dem Hunger an die Befriedigung dieses Triebes gemahnt. Andere Veränderungen dieser Empfindung reihen sich an diejenigen in dieser Beziehung geltenden Normen, welche überhaupt bei allen durch das Nervensystem bedingten Erscheinungen auftreten. Hierher gehört zunächst die anfängliche Verstärkung und endliche Abstumpfung der Empfindung, sobald das Organ, in welchem sich die empfindenden Nerven verbreiten, aus irgend einer Ursache mehr gereizt oder wenn dieses Irritament anhaltend fortgesetzt wird. Der Genuß von Pfeffer, von Ingwer und anderen Gewürzen, von alkoholischen Ge-

tränken, von einzelnen bittern Pflanzenextracten, selbst von kaltem Wasser, vermehrt unsern Appetit. Säufer dagegen verlieren diesen immer mehr, je weiter sie in ihrer unglücklichen Neigung fortschreiten. Nur immer stärkere Alkoholgetränke sind im Stande, ihre Magennerven zur Reaction zu zwingen. Durch Tabackrauchen verdrängen wir das Gefühl des Hungers. Opiumraucher sehen ihren Appetit dahinschwinden.

Auch darin stimmt die Hungerempfindung mit den übrigen Nervenwirkungen überein, daß ihre Perception durch geistige Zerstreuung vermindert, im umgekehrten Falle dagegen vermehrt wird. Ein Kind kann in seinem Spiele, ein Arbeiter während seiner Thätigkeit, ein Gelehrter während seines Studiums den Hunger vergessen, während dieser einen Menschen, der sich langweilt, schneller oder intensiver quält. Starke Gemüthsbewegungen verringern den Appetit, während dieser bei einer ruhigen, heiteren Geistesstimmung am normalsten auftritt. Ekel kann ihn momentan unterdrücken. Viele heftige, aufregende Erschütterungen des Nervensystemes endlich haben, sobald ihr Ausbruch rasch oder plötzlich beendigt worden, Hungergefühle zur Folge. Daher sich diese nach dem Erbrechen, dem Beischlafe u. dgl. häufig einstellen. Dauert die Aufregung länger oder wirkt sie niederdrückend, so bemerken wir eher den entgegengesetzten Erfolg.

Die Ursache des mehr oder minder periodischen Eintrittes des Hungers bei dem civilisirten Menschen liegt größtentheils in den Einflüssen der Gewohnheit. Allein auch ohne diese bietet das Hungergefühl einzelne zeitliche Wechselerscheinungen dar. Wird es momentan nicht befriedigt, so schwindet es für den Augenblick, um nach einiger Zeit in verstärktem Maaße wiederzukehren. Dieses wiederholt sich bei anhaltendem Hungern noch zu verschiedenen Malen. Hypothetisch kann man sich vorstellen, daß das Blut, sobald ihm der nöthige Sättigungsgrad mit organischen Stoffen mangelt, die Magennerven dergestalt reizt, daß das subjective Gefühl des Hungers entsteht. Werden keine neuen Nahrungsmittel geboten, so zehrt es dann von dem eigenen Körper und wirkt auf diese Weise nicht mehr auf die Nerven des Magens. Sind seine Stoffe wieder verbraucht, so regt es jene von Neuem so lange an, bis es eine abermalige Zufuhr aus dem Körper erhält. Hierbei bleibt jedoch noch dunkel, weshalb das Blut nicht fortfährt, mit eigenen Körperstoffen anhaltend sein Bedürfniß zu befriedigen, weshalb also überhaupt fernere Hungeranfälle eintreten. Die Antwort, daß dieses der nothwendigen Erhaltung des Körpers wegen geschehe, erklärt natürlich das Phänomen selbst nicht.

Das Hungergefühl kann krankhafter Weise in bedeutend verstärktem oder wesentlich verringertem Maaße auftreten. Der erstere Fall erzeugt den Heißhunger (Bulimus), der letztere die Appetitlosigkeit (Anorexia). Eine pathologische Verstärkung des Hungers muß zunächst dann eintreten, wenn die Ausgaben des Organismus auf irgend eine Art vergrößert und die Thätigkeiten der Verdauungsorgane nicht wesentlich gestört sind. Aus dieser Ursache können z. B. bisweilen Kranke, welche an Harnruhr leiden, nur mit Mühe gesättigt werden. Einen anderen Grund solcher Zustände bilden Störungen in der Bereitung und Ueberführung des Chylus. Nach Zerreißung oder Verwachsung des Milchbrustganges erfolgt bisweilen eine auffallende Vergrößerung des Appetites. Skrophulöse Kinder essen mehr, als gesunde, ohne hierdurch zu erstarken. Die meisten Fälle wahren Heißhungers dagegen entstehen durch organische Leiden des Magens oder durch Krankheiten des Nervensystemes. Deshalb erscheint er auch als ein nicht seltener Vorläufer von tieferen Magenentartungen, von Hysterie und Hypochondrie, von Krankheiten des Gehirnes und des Rückenmarkes. Ob nicht eine vermehrte Absonderung des Magensaftes oder eine zu saure Beschaffenheit desselben, welche hier häufig zum Vorschein kommen sollen, eher die Folgen, als die Ursachen solcher Leiden seien, mag dahin gestellt bleiben.

Appetitlosigkeit ist der Begleiter der meisten Krankheiten. Selbst wenn durch den pathologischen Zustand sehr viele Substanzen aus dem Körper davon gehen, fehlt häufig das Bedürfniß, den Verlust augenblicklich zu ersetzen. Erst bei wiederkehrender Gesundheit regt

sich das Hungergefühl in höherem Maaße. Das früher Vernachlässigte wird so gleichsam nachgeholt. Die inneren Ursachen welche die Appetitlosigkeit hervorrufen, sind uns größtentheils unbekannt. Mit ihr tritt in der Regel eine vermehrte schleimige Absonderung im Magen und eine veränderte Secretion der Mundhöhle, vorzüglich ein abnormer Zungenbelag als Folgeerscheinung auf.

Der Durst [1]) verkündet uns das Bedürfniß des Organismus, neue 148
Mengen tropfbar flüssiger Stoffe in uns aufzunehmen. Im Wesentlichen ist es dann gleichgültig, ob diese reine Flüssigkeiten darstellen oder auch festere Substanzen durchtränken. Nur werden im ersteren Falle, wie sich von selbst versteht, größere Mengen von flüssigen Massen eingeführt. Der Bedarf unseres Körpers findet dann um so leichter seine Erledigung. Unter normalen Verhältnissen ist aber die Größe des Durstes der Nothwendigkeit, Wasser einzunehmen, proportional. Das nächste Regulativ hierfür bilden die eigenen Wasserausgaben des Körpers. Zuvörderst gehen in jedem Momente Wasserdünste durch unsere Lungen und unsere Haut davon. Athmen wir schneller, verdampft bei höherer Temperatur der Atmosphäre mehr Wasser an unserer Hautoberfläche oder tritt es hier in der Form von Schweiß hervor, so fühlen wir auch bald Durst. Wir trinken daher mehr, wenn wir gelaufen sind, mehr im Sommer, als im Winter, mehr bei trockener, als bei feuchter Luft. Aus gleichem Grunde fordern Fiebernde jeden Augenblick neue Getränke. Umgekehrt dagegen tritt z. B. bei uns nach einem genommenen Bade der Durst zurück. Geht aus irgend einer Ursache mehr Wasser mit dem Urine ab, so zeigt sich aus denselben Gründen ein intensiverer Bedarf nach Ersatzflüssigkeiten. Ein Harnruhrkranker vermag daher seinen heftigen Durst nur durch große Mengen von Getränk zu stillen. Eine andere Ursache der Sehnsucht nach Füssigkeiten bildet locale Vertrocknung des Rachens. Wir dürsten deshalb bei dem Einathmen sehr trockener Atmosphäre, nach langem Sprechen oder Singen, wenn also auf diese Art ein warmer Luftstrom in verstärktem Maaße längs der Localität des Durstgefühles dahingegangen. Manche Nahrungsmittel haben ebenfalls die Eigenschaft, nach ihrem Genusse heftigen Durst anzuregen. Hierher gehören vor Allem das Kochsalz und nächst ihm die leicht löslichen alkalischen Salze überhaupt. Außerdem rufen reizende Substanzen, wie z. B. Pfeffer und andere Gewürze, sehr ausgedörrte, selbst nicht gesalzene Speisen u. dgl. mehr Durst hervor. Wahrscheinlicher Weise kann dieser endlich noch als Ergebniß von Nervenverstimmungen zum Vorschein kommen. Das pathologische anhaltende Dursten bezeichnet man mit dem Namen der Polydipsie.

Für alle Substanzen, welche mit Begierde Wasser anziehen, vorzüglich aber für die Salze läßt sich zum Theil eine chemische Erklärungsweise des nachfolgenden Durstes aufstellen. Genießen wir z. B. eine bedeutendere Menge von Kochsalz, so wird es, um sich aufzulösen oder seine Solution zu verdünnen, entweder aus den Absonderungen und der Ernährungsflüssigkeit oder direct aus dem Blute, Wasser anziehen. Tritt es später in das Blut selbst über, so wird dieses hierdurch concentrirter und entzieht den Theilen, bei welchen es vorbeiströmt, mehr Wasser als früher. Das Nervensystem zeigt dann einen solchen Zustand durch Durstempfindung an. In diesem Falle aber müssen wir zwei Stadien des Durstes unterscheiden. Sobald wir nämlich etwas Gesalzenes genommen, stellt sich

---

[1]) Fr. Tiedemann Physiologie des Menschen. Bd. III. S. 115.

augenblicklich ein leiseres oder stärkeres Durstgefühl ein, weil feste oder aufgelöste Salzpartikelchen bei dem Schlingen mit der Schleimhaut des Pharynx in Berührung gekommen sind und hier Wasser anziehen. Durch das erste Trinken werden diese Parthieen entfernt und die Erscheinung des Durstes hat nur ein vorübergehendes Dasein. Wenn aber später die Salzlösung selbst in das Blut übergegangen, so zieht dieses aus der Ernährungsflüssigkeit so lange Wasser an, bis entweder eine Ausgleichung Statt gefunden hat, oder bis die Hauptmasse des Salzes durch den Urin abgeschieden worden ist. Der leichteren Ausgleichung stehen z. Thl. die durch Lungen- und Hautausdünstung davon gehenden Wassermengen im Wege. Die Hauptanfälle des Durstes treten daher erst später auf und wiederholen sich, so wie neue Mengen von Salzlösung aufgesogen werden. Entspricht aber diese Ansicht über die dursterregende Eigenschaft des Kochsalzes der Wahrheit, so müssen die Durstnerven eine sehr große Empfindlichkeit für solche Veränderungszustände des Blutes besitzen. Wie wir bei dem Kreislaufe sehen werden, enthält nach einer Wahrscheinlichkeitsbestimmung ein 25jähriger Mensch im Mittel 15646 Grm. Blut. Dieses führt im Durchschnitt 0,500 % Chlornatrium und Chlorkalium, also im Ganzen 78,230 Grm. Chloralkaloide. Eine mäßig starke Prise gewöhnlichen nicht ganz trockenen Kochsalzes wiegt 0,4 bis 0,5 Grm.; wenn also auf diese Art z. B. 3 Grm. Kochsalz eingeführt werden, so erhöht sich nach vollständiger Aufsaugung derselben der absolute Gehalt der gesammten Blutmasse an Chloralkaloiden um 1/26 seines Werthes, und die Folgen dieser anscheinend geringen Veränderung, die eben so leicht durch andere Nebenverhältnisse bedingt werden könnte, müßte durch die Durstempfindungsnerven sogleich angezeigt werden. Dieser Umstand, so wie die Thatsache, daß diejenigen Salze, welche am leichtesten und am meisten Wasser anziehen, nicht immer auch zugleich am heftigsten Durst erregen, bedingen es, daß wir diese chemische Erklärungsweise noch nicht für absolut vollständig und sicher ansehen dürfen.

Ob die reizenden Substanzen, welche uns dursten machen, immer in der Art wirken, daß kleine Partikelchen derselben am Schlunde hängen bleiben, ist noch sehr die Frage. Gelangen sie aber in den Magen und verursachen alsdann noch dieselben Effecte, so bleibt es räthselhaft, weshalb sie von dieser der Localität der Durstempfindung entfernten Stelle aus jene specifische Wahrnehmung anregen.

149 Um unseren Durst zu befriedigen, nützen kalte Mischungen mehr als warme. Aus den Verhältnissen der Eigenwärme (§. 111) ergiebt sich leicht, daß alle Getränke, welche wir ohne Beschwerde und ohne Nachtheil zu uns nehmen sollen, bedeutend niedriger, als die Schleimhaut unseres Pharynx temperirt sein müssen. Allein da warme Flüssigkeiten die Perspiration, mithin den Wasserabgang aus dem Blute vergrößern und ihrem eigenen Zwecke entgegenwirken, so erhellt hieraus, weshalb wir instinctmäßig die kalten, welche eher das Gegentheil bedingen, vorziehen und weshalb uns überhaupt, sobald wir zur bloßen Löschung des Durstes viel Getränk suchen, eine niedere Temperatur desselben besonders angenehm erscheint.

150 So sehr wir auch des Trinkens bei dem fortwährenden Wasserverbrauche des Körpers bedürfen, so hängt doch der Genuß der Getränke ihrer Quantität nach weit mehr, als der der Speisen von Gewohnheit ab. Der Grund dieser Eigenthümlichkeit liegt vorzugsweise darin, daß alle Flüssigkeiten eben so leicht aufgesogen, als schnell durch den Urin abgeschieden werden. Uebrigens geben sich die Unterschiede zwischen Speise und Trank nur in ihren Extremen zu erkennen. Viele Getränke, wie Wein, Bier, Kaffee, Thee und selbst das Quellwasser enthalten mechanische Gemengtheile, während umgehrt alle Nahrungsmittel, welche wir genießen, von Wasser durchtränkt sind. Alles Flüssigere wird rasch aufgesogen. Die festen Stoffe dagegen können nur durch Auflösung zum Ziele

gelangen. Sie bedürfen daher einer besonderen Verarbeitung im Nahrungscanale und erfordern deshalb mehr Zeit zu ihrer Assimilation.

Alle wahren Nahrungsmittel müssen außer einem Quantum von 151
Wasser eine größere oder geringere Menge organischer Stoffe enthalten. Denn dem Menschen, wie den höheren Thieren mangelt die den Pflanzen zukommende Fähigkeit, rein unorganische binäre Verbindungen, wie Kohlensäure, Wasser und Ammoniak, in ihre eigenen organischen Combinationen überzuführen. Das Verschlucken von Kieselsteinen, Glas, metallischen Körpern u. dgl. bildet natürlicher Weise keinen erheblichen Einwand gegen diesen Ausspruch. Jene Substanzen sind eben keine Nahrungsmittel. Sie können schon nicht vermöge ihrer chemischen Zusammensetzung in organische Massen des Körpers umgewandelt werden und gehen entweder unverändert oder mit Verlust kleiner durch die Verdauungssäfte gelöster Mengen wiederum ab. Sie üben auf den Organismus, wie z. B. die etwa zurückgehaltene Kieselsäure, keine bedeutende Wirkung aus oder können höchstens, wie manche metallische Stoffe, giftartig eingreifen. Das Gleiche gilt von einzelnen unorganischen Verbindungen, welche mit geringen Quantitäten organischer Materien verzehrt werden, um das Quantum von Nahrungsmitteln zu vergrößern und so zwar nicht die Ernährung zu verbessern, jedoch den Hunger leichter zu stillen. Bei ihrem fortdauernden Genusse erhält sich der Organismus kümmerlich oder unvollständig, oder er verfällt sogar eben aus Mangel an eingenommenen passenden Speisen in verschiedenartige Verdauungs- und Abzehrungskrankheiten. Hierher gehören namentlich die mannigfaltigen Gewohnheiten einzelner wilder oder durch Hungersnoth bedrängter Völker, Erdarten zu essen oder Producte ähnlicher Art, wie Thonerde (Otomaken und Guamos in Guiana), Speckstein (Bewohner Neu-Caledoniens) u. dgl., ihren Speisen beizumischen. Dasselbe gilt von Trippel oder von anderen Mineralien, welche z. B. in Lappland zu Zeiten der Noth zur Nahrung verbraucht wurden und die aus Kieselpanzern von verstorbenen Infusorien bestanden. Nur insofern sich noch organische Reste derselben oder anderer ähnlicher Substanzen vorfanden, konnten jene Stoffe ernähren. Die Kieselsäure der Panzer dagegen vermochte hier nur jeder andern Art von Kieselsäure zu gleichen. Diesem entsprechend benutzen auch Neger eben das Erdessen, um sich krank zu machen und sich so den ihnen obliegenden harten Arbeiten zu entziehen. Mehl, welches mit Kreide oder anderen unorganischen Substanzen verfälscht ist, kann ebendeshalb auch als pathologische Ursache wirken. Die Erfahrung, daß die Kyffhäuser Bergarbeiter Bergöl statt Butter genießen, gehört natürlicher Weise nicht hierher.

Die Nahrungsmittel müssen aber nicht bloß ein gewisses Quantum 152
organischer Substanzen überhaupt, sondern auch diese in assimilationsfähiger, durch die Verdauungssäfte angreifbarer Form enthalten. Da die Verholzungsfaser der Gewächse, sobald sie einen gewissen Grad von Erhärtung erlangt hat, der Einwirkung der Digestion widersteht, so verhält sie sich in ihrer Beziehung zur Verdauung fast ähnlich, wie ein Kieselstein, der etwas Kieselsäure abgiebt, sonst aber unversehrt durch den Darm geht und

zur Ernährung des Körpers nicht geschickt ist. In genossenen Stengeln z. B., in verspeisten verholzten Theilen von Samen und Früchten werden durch die Verdauung das Amylon und andere lösliche, in den Zellen derselben enthaltenen Producte aufgenommen. Sind diese aber, wie in den Steinfrüchten, von harten Holzschaalen hermetisch eingeschlossen, so widerstehen auch sie jedem Angriffe. Die dichte Holzfaser selbst geht in jedem Falle mit dem Kothe wieder davon. Daher finden wir in den Excrementen Kirschkerne, Pflaumenkerne, Spelzen, harte Hülsentheile, Epidermis genossener vegetabilischer Producte und ähnliche Dinge wieder. In dieselbe Kategorie sind auch Pflanzentheile, welche ein bedeutendes Kieselskelett haben, zu rechnen. In dem Kothe des Pferdes erhalten wir die Stengel des genossenen Heues nur zermalmt und extrahirt. Von verzehrtem Salate gehen Strunktheilchen mit unseren Excrementen ab.

Auch einzelne von thierischen Substanzen zeigen ähnliche Eigenschaften. Vor Allem gehören hierher die in bedeutenderem Maaße verhornten Gebilde, wie z. B. dicke Schichten der Oberhaut, Haare, Federn, Schuppen und ähnliche Theile. In dieser Hinsicht wie in vielen anderen Beziehungen gleichen die Producte der Verhornung im Thierreiche denen der Verholzung bei den Vegetabilien. Wie aber bei diesen die Kieselsäure als eine größtentheils für uns unverdauliche Verbindung auftritt, so erscheinen von thierischen Gebilden alle Theile, welche sehr viele Kalksalze, vorzüglich basisch-phosphorsaure Kalkerde führen, in ähnlichen Rollen. Die größte Menge dieser anorganischen Producte wird zurückgewiesen und mit den Excrementen entleert. Wir sehen dieses nach dem Genusse von Knochen, von Gräthen, von Zähnen und anderen Nahrungssubstanzen der Art. Sie finden sich entweder unverändert in dem Kothe wieder und können hierbei noch einen Theil des Nahrungsschlauches mechanisch verletzen. Oder ihre organischen Stoffe und ein geringer Theil ihrer unorganischen Verbindungen werden benutzt, während die größte Menge der letzteren wiederum als überflüssig hinweggeht. Endlich findet auch das Gleiche bei sehr bedeutend consolidirten organischen Gebilden, wie z. B. harten Sehnen älterer Thiere, Statt. Reicht die Intensität des Verdauungsprocesses nicht hin, ihren Widerstand zu überwältigen, so durchlaufen sie, ohne vollkommen zerstört zu sein, den ganzen Nahrungscanal. Bei Personen mit sehr schwacher Verdauung, bei zu kurzem Aufenthalte der Speisen im Darme, bei heftigen Diarrhöen und Ruhren erfolgt dasselbe schon mit Speisen, welche von dem gesunden Körper in der Regel verarbeitet werden.

153 Um aber als vollkommenes Nahrungsmittel auftreten zu können, reicht die bloße Fähigkeit, assimilirt zu werden, nicht hin. Hierzu sind noch eine Reihe anderer Eigenschaften, die wir nur zum Theil kennen, erforderlich. Zunächst müssen die Speisen Verbindungen enthalten, welche mit denen des Organismus eine größere Verwandtschaft haben. Ein Nahrungsmittel ist uns um so nützlicher, in je höherem Grade diese erste Bedingung von ihm erfüllt wird. Geringere Mengen desselben wirken dann besser, als große Quantitäten jener Speisen, welche dieses Vortheiles entbehren.

Daher muß jeder Pflanzenfresser verhältnißmäßig mehr Futter, als ein Fleischfresser zu sich nehmen, und aus diesem Grunde dient auch dem Menschen Fleischnahrung besser als Pflanzenkost. Wir müssen ferner in den Speisen alle Stoffe, welche in unserem Körper existiren, zugeführt erhalten. Auf diese Art können uns z. B. Kochsalz, Zucker, Stärkmehl für die Dauer nicht ernähren, weil in ihnen eine Menge nothwendiger Substanzen, wie Stickstoff, Schwefel, Phosphor und Kalk mangeln. Allein selbst Materien, welche diese Bedingung erfüllen, werden deshalb noch nicht zu wahren Nahrungsmitteln. Der isolirte Faserstoff des Blutes z. B. enthält die meisten Verbindungen, welche in unserem Körper existiren. Nichts desto weniger hat er für sich allein so geringe nährende Kraft, daß ein Hund, welcher täglich selbst 500 bis 1000 Grm. reiner Fibrine oder diese mit Suppe vermischt empfängt, nach einiger Zeit zu Grunde geht[1]). Aehnliches gilt von der Gallerte, von ausgekochten Knorpeln und Knochen, von Sehnen und Bändern. Diese Eigenthümlichkeiten werden aber zugleich durch ein anderes Gesetz, welches hier auftritt, bedingt.

Um sich zu erhalten, bedarf nämlich der Körper nicht bloß assimila- 154
tionsfähiger Nahrungsmittel überhaupt, sondern auch eines geregelten Wechsels derselben. Schon der Instinct weist uns hierauf hin. Genießen wir eine Zubereitung zu häufig, so kann sie uns so sehr verleidet werden, daß uns später der bloße Geruch derselben Ekel erregt. Bei gehöriger Mischung und öfterem Wechsel der Nahrungssubstanzen aber befinden wir uns am behaglichsten. Wie tief dieses Gesetz eingreift, lehren Versuche an Thieren auf deutliche Weise. Das geronnene Eiweiß hart gekochter Hühnereier z. B. bildet mit anderen Speisen gemengt ein sehr kräftiges Nahrungsmittel. Mit ihm ausschließlich gefütterte Thiere aber gehen zu Grunde (Tiedemann und Gmelin). Dasselbe gilt von der Butter und dem Oel. Wenn Hunde lange Zeit von bloßem Speck leben können, so dürfen wir hierbei nicht die Wandungen der Fettzellen und das Zellgewebe, die Blutgefäße und die Nerven, welche die Fettmasse durchziehen, außer Acht lassen. Hier empfängt das Thier schon eine Mischung verschiedener Nahrungssubstanzen. Dasselbe gilt von dem bloßen Genusse von Fleisch, von Knochen mit ihrem Mark und anderen Organtheilen der Pflanzen und Thiere. Wenn aber Kleber allein Hunde vollständig ernährte (Magendie)[2]), so fragt es sich noch, ob diese Substanz chemisch rein oder nicht vielmehr ein ungleiches und variables Gemenge verschiedener organischer Stoffe gewesen ist.

Eine Reihe von Erscheinungen, welche die Nahrungsmittel, so wie die Gifte betreffen, werden in dem von der Ernährung handelnden Abschnitte betrachtet werden.

Nach unseren gegenwärtigen Kenntnissen concentriren sich die vorzüg- 155
lichsten Unterschiede der Nahrungsstoffe dahin, daß sie als Hauptelemente ihrer organischen Substanzen entweder nur Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff, oder neben diesen drei Körper überdies noch Stickstoff führen.

[1]) Magendie in den Annales des sciences naturelles. Nouvelle Série. Tome XVI. Zoologie. 1841. 8. p. 96.

[2]) A. a. O. S. 105. 106.

Man unterscheidet daher ternäre und quaternäre oder stickstofflose und stickstoffhaltige Nahrungsmittel. Da die ersteren zwar die Grundstoffe der Kohlensäure und des Wassers, welche durch Lungen und Hautausdünstung davongehen, enthalten, bei ihrem Mangel an Nitrogen aber zur Vergrößerung der meisten Körpertheile ohne den Zutritt von Stickstoff nicht dienen können, so nannte man sie auch Respirationsmittel, während man die stickstoffhaltigen Nahrungsmaterien als plastische Nahrungsmittel aufführte (J. Liebig)[1]. Allein die ältere Bezeichnung dürfte insofern vorzuziehen sein, als die stickstoffhaltigen Nahrungsmittel ebenfalls häufig genug die Elemente für die Kohlensäure und das Wasser liefern können und als das stickstofflose Fett an manchen Theilen unseres Körpers, z. B. in der Augenhöhle, an den Wangen, in den Gelenken, als wesentliches Organelement und nicht bloß als variables Ernährungsdepot erscheint.

Zu den vorzüglichsten stickstofflosen Verbindungen, welche in unsern Nahrungsmitteln vorzukommen pflegen, gehören die verschiedenen Arten von Stärke, von Zucker, von Gummi, die mannigfachen Pflanzensäuren, wie Kleesäure, Weinsäure, Apfelsäure, Essigsäure, Citronensäure u. dgl., die Pflanzengallerte (Pectin, Pectinsäure) und der dieser verwandte Pflanzenschleim (Bassorin), die Cellulosa und die Holzfaser, der Weingeist und dessen Producte, der Oenanthsäureäther, die Oele und Fette der Pflanzen, ein Theil der Harze, das Wachs und die Fettsubstanzen der Thiere. Als stickstoffhaltige nährende Producte genießen wir vorzüglich solche Körper, welche entweder unmittelbar Protein führen oder dasselbe wenigstens aus ihren elementaranalytischen Formeln herleiten lassen. In diese Kategorie kommen: das Pflanzenfibrin (grünes Satzmehl, Kleber), Pflanzenalbumin und Pflanzencasein, Basen, wie z. B. das Caffein und das mit ihm identische Thein, das Amygdalin, das Asparagin, das Piperin, das Sinapisin, thierischer Faserstoff, thierisches Eiweiß und thierischer Käsestoff, Blutfarbestoff, junge noch weiche Hornmassen, Gallerte und ihr verwandte Substanzen. Die meisten Stoffe aber, welche wir gewöhnlich verzehren, sind, wie die anatomische und die chemische Analyse nachweist, größtentheils Mischungen von stickstofflosen und stickstoffhaltigen Substanzen. Bei den thierischen Nahrungsmitteln wird dieses dadurch bewirkt, daß alle gebräuchlichen animalischen Theile frei abgelagertes oder aufgelöstes oder in beiderlei Formen zugleich vorkommendes Fett enthalten.

Die Aschenbestandtheile der organischen Substanzen sind bis jetzt noch zu wenig erforscht, als daß sich nach ihnen Eintheilungsschemen der Nahrungsmittel entwerfen ließen. In den meisten stickstofflosen Producten fehlen sie gänzlich. Einzelne dagegen, wie z. B. die Holzfaser, führen sehr bedeutende Mengen derselben. Den stickstoffhaltigen Verbindungen, welche zur Nahrung dienen, kommen sie häufig zu und den Proteinkörpern fehlen sie niemals. Daß aber auch ihre Mengen von Einfluß sein können, läßt sich am deutlichsten an dem Käsestoff nachweisen. Denn dieser erhält in seiner verhältnißmäßig reichen Asche viel phosphorsaure Kalkerde. Es scheint daher der Reichthum der Milch an Casein zum Zwecke zu haben, dem Säuglinge hinreichende Mengen von Erdsalzen, welche er für den Aufbau seines Skelettes nöthig hat, zuzuführen.

156 Die Benennung der gemischten Nahrungsmittel wird in doppeltem Sinne gebraucht. Entweder nämlich belegt man mit diesem Namen eine Speise, welche pflanzliche und thierische Producte zugleich enthält, oder man sieht eine Nahrung alsdann für gemischt an, wenn sie stickstofflose und stickstoffhaltige Verbindungen zugleich besitzt. Daß in dem letzteren Sinne fast alle unsere Nahrungsstoffe gemengt seien, wurde schon ange-

---

[1]) J. Liebig die organische Chemie in ihrer Anwendung auf Physiologie u. Pathologie. Zweite Auflage. Braunschweig. 1843. 8. S. 88 u. 98.

führt. Nach der ersteren Bezeichnungsweise dagegen spricht man von einem Geschöpfe, welches weder zu den bloßen Pflanzenfressern, noch zu den bloßen Fleischfressern, sondern zu den Omnivoren gehört, als von einem solchen, welches gemischte Nahrung sucht.

Natürlicher Weise hängen die einzelnen Nahrungsmittel, deren man sich bedient, zu einem großen Theile von dem Aufenthaltsorte ab. In den Tropen genießt z. B. der Mensch viele Producte, welche dem Nordländer fehlen, und umgekehrt. Allein durch die Cultur tragen wir Pflanzen und Thiere, die sich vorzugsweise zu unserer Nahrung eignen oder an welche wir durch Erziehung und Gewohnheit gekettet werden, überall hin. Auf diese Art haben sich die Cerealien unter fast allen Himmelsstrichen eingebürgert. Aus demselben Grunde gleichen die Hauptspeisen der civilisirten Menschen einander in höherem Grade, als es sonst der Fall sein würde [1].

Die bisherige Chemie richtete vorzüglich ihre Aufmerksamkeit auf die reineren organischen Substanzen, welche sich aus einzelnen Nahrungsmitteln darstellen lassen, nicht aber auf die chemische Beschaffenheit der letzteren im Ganzen. In dieser Hinsicht suchte man höchstens zu bestimmen, wie viel Stärke, Kleber und andere Stoffe der Art in einem gewissen, häufig verspeisten Producte enthalten seien. Eine elementaranalytische Bestimmung einzelner Nahrungsmittel wurde erst in neuester Zeit, als man die Wichtigkeit solcher Angaben für die Beurtheilung der Ernährungserscheinungen einsah, versucht. (Boussingault, Liebig und dessen Schule). Allerdings enthält jede einzelne Nahrungssubstanz, sofern sie ein Gemenge ist, variable Bestandtheile, und die genaueste Elementaranalyse kann daher nur für den unmittelbar geprüften Specialfall ihre volle Gültigkeit haben. Zwei Proben eines und desselben Brotstückes vermögen noch wesentlich von einander abzuweichen. Allein wir erhalten doch durch solche Studien wenigstens ungefähre Begriffe über die Zusammensetzung der Speisen. Wir haben dann eine festere Basis, von welcher aus wir ihren Wirkungen besser nachforschen können.

Bis jetzt besitzen wir nur wenige Analysen ganzer Nahrungsmittel. Selbst diese aber bieten bisweilen, wie bei den Kartoffeln, den Erbsen, den Linsen, den Bohnen, dem Schwarzbrote den Nachtheil dar, daß in ihren Werthen nur die Summe des Stickstoffes und des Sauerstoffes angegeben ist. Um aber wenigstens eine zu späteren Vergleichungen geeignete Uebersicht zu gewinnen, habe ich die bis jetzt vorliegenden zuverlässerigeren Analysen in der folgenden Tabelle zusammengestellt. Alle organischen Elemente beziehen sich hierbei auf 100 Theile festen Rückstandes, so daß daher mehrere Berechnungen auf diese allgemeine Bestimmung reducirt werden mußten. Da hierbei nur einzelne correspondirende Wasserbestimmungen vorlagen, so habe ich bei manchen der verzeichneten Nahrungsmitteln durch eigene Wägungen zu finden gesucht, wie viel Wasser sie im rohen Zustande, wie sie in die Küche kommen, enthalten. Die so gefundenen Zahlen sind mit Sternchen bezeichnet. Wo zwei in einer Rubrik auf einander folgen, wurden doppelte Bestimmungen gemacht. Natürlicher Weise erscheinen auch diese Werthe nur variabel. Allein selbst sie können bei ferneren Wahrscheinlichkeitsberechnungen der Verdauungs- und Ernährungsprocesse ihre Dienste leisten. Bei dem Schweineschmalze und dem Hammeltalge habe ich die Resultate von Chevreul neben denen von Saussure eingetragen, weil sich die ersteren zwar als vollkommen richtig erwiesen haben, jedoch wahrscheinlich nur das rein dargestellte Fett betreffen. So wie wir dieses aber genießen, enthält es auch noch, wie schon angeführt wurde, eine geringe Menge von Proteinkörpern. Vielleicht rührt hievon der unbedeutende Stickstoffgehalt her, welcher in Saussure's Analysen der festen, nicht aber der flüssigen Fettarten vorkommt.

---

[1] Eine sehr gelehrte Zusammenstellung der verschiedenen Nahrungsmittel und der Eigenschaften derselben giebt Fr. Tiedemann Physiologie Bd. III. S. 115 — 213.

Nahrungsmittel.	Procentiger Gehalt des festen Rückstandes. Kohlenstoff.	Wasserstoff.	Stickstoff.	Sauerstoff.	Asche.	Procentig. Wassergehalt der rohen Substanz.	Beobachter.
Rohrzucker	44,99	6,41	—	48,60	—	* 0,599	Berzelius und Liebig.
Aus Waizen bereitetes Stärkemehl	44,26	6,70	—	49,04	—	—	Strecker.
Kartoffeln	44,10	5,80	45,10		5,00	* 75,402 * 74,783	Boussingault.
Dergleichen	43,944	6,222	44,919		4,915	—	Böckmann.
Erbsen	42,55	6,43	46,87		4,15	16,000 * 14,860 * 14,985	Playfair.
Linsen	44,45	6,59	45,16		3,80	15,900	Playfair.
Bohnen.	44,52	6,80	44,36		4,32	14,110	Playfair.
Schwarzbrot	45,09 bis 45,41	6,54 bis 6,45	35,12 bis 34,89		3,25	* 43,279 * 45,962	Böckmann.
Rindsblut	51,83	7,57	15,01	21,37	4,23	—	Playfair.
Desgleichen	51,89	7,59	15,05	21,24	4,23	—	Böckmann.
Rindfleisch	51,95	7,17	15,07	21,39	4,42	* 75,934	Playfair.
Desgleichen	51,96	7,33	15,08	21,21	4,42	—	Böckmann.
Kuhmilch	54,60	8,60	4,00	27,90	4,90	—	Boussingault.
Schweineschmalz	79,098	11,146	—	9,756	—	* 2,412 * 2,355	Chevreul.
Desgleichen	78,843	12,182	0,473	8,502	—	—	Saussure.
Hammeltalg	78,996	11,700	—	9,304	—	* 3,787	Chevreul.
Baumöl	77,21	13,36	—	9,43	—	—	Saussure.

Es ergiebt sich aus dieser Tabelle schon unmittelbar, daß dieselben Mengen festen Rückstandes der gewöhnlichsten thierischen Nahrungsmittel, wie des Blutes, des Fleisches, der Milch und des Fettes mehr Kohlenstoff, als die gleichen Quantitäten vollkommen trockener Substanz des Stärkemehles, des Zuckers, der Kartoffeln, Erbsen, Linsen, Bohnen und des Schwarzbrotes führen. Eben so zeigt sich, daß die untersuchten vegetabilischen Speisen einander mit Ausnahme des Schwarzbrotes in ihrer elementaranalytischen Zusammensetzung sehr nahe stehen, daß dieses aber in Folge seines Klebergehaltes und des Backens für die gleichen Mengen Kohlenstoff und Wasserstoff weniger Stickstoff und Sauerstoff führt. Unter den thierischen Speisen erscheinen Blut und Fleisch einerseits und eben so die verschiedenen Fette anderseits chemisch unter einander in höchstem Grade verwandt. Die Milch dagegen giebt sich durch ihre vorherrschende Kohlenstoffmenge und ihren nur sehr mäßigen Stickstoffgehalt als eine mit Proteinkörpern gemischte Emulsion zu erkennen. Da bei den obigen pflanzlichen Nahrungsmitteln, welche Stickstoff enthalten, das Nitrogen für sich nicht bestimmt worden, so lassen sich in Betreff dieses Elementes nur indirecte Schlüsse machen. Bedenken wir aber, daß diese Substanzen sehr viel Amylon enthalten, so läßt sich mit Recht vermuthen, daß sie nur geringere Stickstoffquantitäten führen und daß sie daher auch in dieser Hinsicht den thierischen Nahrungsmitteln nachstehen.

157 Nur der ganz wilde Mensch verzehrt den größten Theil seiner Nahrungsmittel unmittelbar, wie sie ihm von der Natur dargeboten werden. Ein gewisser Instinkt und zum Theil die Annehmlichkeit des Geschmackes treiben ihn, sobald er nur irgendwie aus seinem ursprünglichen Naturzustande heraustritt, seine Intelligenz auch zu diesem Zwecke zu gebrauchen, sich seine Speisen und Getränke auf eigenthümliche Art zuzubereiten und

mit passenden Zusätzen zu versehen. Der civilisirte Mensch erfindet zu diesem Zwecke die mannigfaltigen Vorschriften seiner Kochkunst. Nur wenige und zwar meist vegetabilische, durch das Reifen von der Natur gewissermaßen vorbereitete Nahrungsmittel, wie z. B. Obstarten, andere Früchte, zuckerhaltige Wurzeln, zarte Kräuter u. dgl. werden von ihm ohne Weiteres roh verzehrt. Für den Genuß unvorbereiteter thierischer Theile dagegen sucht er schon meistentheils künstliche Beifügungen, wie z. B. für die Austern den Citronensaft, für Häringe, Sardellen und andere Seefische das Salz, den Essig, Oele u. s. f. Mit fortschreitender Civilisation gewöhnt er sich aber nicht nur an künstlich bereitete Nahrungsmittel, sondern es entsteht auch hierdurch, wie in vieler anderer Hinsicht, eine Verweichlichung, welche die Verdauung mancher ganz rohen Substanzen beschwerlich oder selbst unmöglich macht. Daß jedoch dieser Zustand kein unnatürlicher, den Zwecken unseres Organismus zuwiderlaufender sei, beweisen die instinctiven Thätigkeiten des Geschmacksorganes, welche z. B. gekochtes Fleisch dem rohen, zu gewissen Zeiten ein warmes Getränk dem kalten und gesalzene Speisen den faden insipiden vorziehen lassen. Nur die Ueberschreitung einer gewissen Grenze wird hier abnorm. Nur sie bedingt Bedürfnisse, welche einzig und allein aus einem gewissen Raffinement der Civilisation hervorgehen.

Die mannigfaltigen Vorbereitungen aber, welche die künstliche Herstellung der Speisen und Getränke des gebildeten Menschen erfordern, lassen sich theils auf gewisse chemische Operationen, theils auf eine berechnete Beimischung heterogener Nahrungsmittel zurückführen. Zu den ersten gehören vor Allem das Auflösen und Extrahiren durch Wasser und wasserhaltige Flüssigkeiten, so wie das meist gleichzeitige Behandeln der Nahrungsmittel durch höhere Temperatur in den mannigfaltigen Formen der Auszüge, Aufgüsse und Abkochungen. Solche Vorbereitungen erzielen aber nicht bloß Veränderungen der chemischen Verhältnisse, sondern machen auch zugleich, wie das Einweichen, das Kochen mit Wasser, den mechanischen Zusammenhang lockerer. Eine Reihe anderer chemischer Zwecke der Kochkunst beruht darauf, daß viele organische Stoffe für unsere Geschmacksorgane angenehmer werden, sobald sie sich unter Einfluß der höheren Temperatur theilweise zersetzen (in geringstem Grade gleichsam empyreumatisch werden), oder durch Einwirkung des Sauerstoffes und des Wassers in Gährung übergehen. Wie es scheint, harmoniren dann diese in Zersetzung begriffenen Substanzen besser mit den ebenfalls wandelbaren Körpertheilen. Für solche Zwecke sind viele Processe des Kochens, Bratens, Schmorens, Röstens und der Act des Brotbackens, die ganze Reihe der Essig-, der Wein-, der Bier-, der Branntweinbildung berechnet.

Bei den Zusätzen, welche der Mensch zu seinen Nahrungsmitteln wählt, leiten ihn wenigstens meistentheils instinctive Triebe, welche ihn oft passende, den Verdauungs- und Ernährungsverhältnissen entsprechende Mittel wählen lassen. Vor Allem gehört hierher der Zusatz von Kochsalz, welches schon einzelne Hausthiere, vorzüglich Pflanzenfresser, so gern ihren Speisen beigemischt sehen und dessen Nothwendigkeit in der Folge bei der

Betrachtung des Magensaftes und der Ernährung erhellen wird. Die schwerer verdaulichen Speisen würzen wir ebenfalls instinctartig durch Säuren, wie z. B. Essig, oder durch Salze, wie eben wiederum Kochsalz, um dieselben zugänglicher zu machen, oder durch gewisse, die Magenschleimhaut reizende Körper, wie z. B. Pfeffer, um ihre Schwerverdaulichkeit durch eine künstlich erhöhte Magenverdauung zu compensiren. Eben so unbewußt berechnet dürfte es sein, daß der civilisirte Mensch so häufig mit dem reichlichen Genusse von Amylon, z. B. dem des Brotes, der Kartoffeln den von Oelen und Fetten, wie Butter, Schmalz verbindet, oder daß er zu allen seinen Mehlspeisen fettige Materien (oder Salz) hinzusetzt, um jene Nahrungsmittel desto eher anzuregen, sich in andere Verbindungen bei der Verdauung und der Chylusbildung umzusetzen [1]).

158 Bloß bei einem entsprechenden mäßigen Quantum von Nahrungsmitteln passender Art gedeiht der Mensch. Jedes Extrem, welches nach der einen oder der anderen Seite hin Statt findet, erzeugt eine Reihe krankhafter Erscheinungen, welche selbst den Tod früher oder später zur Folge haben können. Die vollkommene Entziehung der Nahrungsmittel zerstört die Organisation in verhältnißmäßig kurzer Zeit. Die bis jetzt vorliegenden sicheren Erfahrungen deuten darauf hin, daß ein sonst gesunder Erwachsener ohne alle Speise und Getränk kaum viel länger als 21 Tage leben kann. Die mannigfach angeführten Beispiele von monatelangem und jahrelangem Hungern beruhen wohl ohne Zweifel durchgängig auf absichtlicher, seltener absichtsloser Täuschung. Vorzüglich zeigten sie sich angeblicher Weise an Frauen und Mädchen, welche sich bekanntlich häufig bei gewissen Graden von Nervenverstimmung Unannehmlichkeiten aller Art und selbst heftigen Schmerzenserregungen, wie z. B. künstlichen Geschwürsbildungen, Einführen von Stecknadeln u. dgl. aussetzen, um krankhafte Gelüste zu befriedigen, oder um Aufsehen, Mitleid und Interesse zu erregen. Im Allgemeinen können Erwachsene der Entziehung von Nahrungsmitteln mehr Widerstand leisten, als jüngere und ganz alte Personen. Frauen haben oft in dieser Hinsicht vor Männern ebenfalls einen Vorzug. Kranke mit Störung der Digestions- und Ernährungswerkzeuge entbehren meist Nahrungssubstanzen viel leichter, als Gesunde. Der Eintritt des Todes aber wird bedeutend hinausgeschoben, sobald zwar die Speisen consequent verweigert, Getränke jedoch in hinreichender Menge genommen werden. Die Beobachtung lehrt, daß in solchen Fällen das Leben von Erwachsenen 60 Tage und mehr hingehalten wurde. Ein weibliches Individuum soll sich durch den bloßen Genuß von Wasser mit Limonensaft 78 Tage lang erhalten haben.

159 Nach der Entziehung der Nahrungsmittel zeigt sich zunächst verstärkter Hunger, der sich immer ungestümer im Magen meldet und hier ein heftiges Brennen und Nagen erregt. Nervenschwache Personen erhalten

---

[1]) Eine sehr ausführliche Darstellung der Natur und Eigenschaften der Agentien und Stoffe, welche die Kochkunst in Gebrauch zieht, findet sich wiederum in **Fr. Tiedemann** Physiologie des Menschen. Bd. III. 228—359.

hierdurch vollkommene Anfälle sogenannten Magenkrampfes. Die Begierde, zu essen, wird stets größer und größer, der Durst immer quälender. Wegen der Vertrocknung des Gaumens und des Rachens zeigt sich eine eigenthümliche unangenehme Empfindung im Halse. Die schleimigen Absonderungen der Mundrachenhöhle werden sparsamer, wasserärmer und daher zäher. Die weichen Gaumentheile kleben leichter mit der benachbarten Zungenwurzel locker zusammen. Der Athem nimmt einen unangenehmen Geruch an. Hat der Hungeranfall seinen ersten Culminationspunkt erreicht, so verringert er sich wiederum, um nach einigen Stunden oder bisweilen erst am folgenden Tage zurückzukehren. Der Mensch kann sogar für Speisen wiederum gleichgültiger werden. Waren während des Hungers Kolikschmerzen, Luftentwickelung im Darme vorhanden, so treten diese auch oft zurück, verharren aber auch anderseits bisweilen längere Zeit. Bei einzelnen Personen stellt sich dann noch Erbrechen, Kopfschmerz, Ohrensausen, eine gewisse reizbare und ärgerliche Gemüthsstimmung u. dgl. ein. Der Geist und vorzüglich der Körper ermatten. Es zeigt sich ein allgemeines Gefühl von Schwäche, und der Schlaf, welcher früher vor Hunger unmöglich war, findet sich leichter ein. Manche Personen haben, wenn sie 24 Stunden gefastet und dann eine befriedigende Menge von Nahrungsmitteln zu sich genommen haben, noch am folgenden Tage ein bedeutendes Gefühl von Schwäche, welche ihnen fast, wie dem Fastenden selbst, das Gehen und Laufen empfindlich, ja sogar lästig machen kann. Schon häufig erscheinen aber noch selbst bei eintägigem Fasten eine Reihe von Zeichen, welche sonst erst nach mehrtägiger vollständiger Enthaltsamkeit auftreten. Die Haut wird blaß, die Unteraugengegend blau gestreift, die Physiognomie ausdrucksloser, das Auge matter, die Schleimhaut der Mundrachenhöhle gerötheter, Urin und Stuhlgang sparsamer. Es treten Uebelkeit, Magendrücken, Kleinheit und Schwäche des Pulses, Heiserkeit der Stimme, Verminderung der Intensität der Athemzüge, Geneigtheit zum Frösteln, zu Ohnmachten, Trägheit des Geistes, Unruhe des Schlafes, schreckhafte Traumbilder u. dgl. ein.

Dauert die Entbehrung von Nahrungsmitteln länger fort, so steigern sich die Hungeranfälle zu einer immer größeren Heftigkeit. Der Mensch verzehrt nicht bloß Dinge, welche gar keine Nahrungmittel sind, organische Stoffe, die er sonst mit Abscheu von sich weist, ekelhafte Thiere, ja selbst seine eigenen Excremente, seinen eigenen Harn, sondern er greift selbst sein eigenes Geschlecht, menschliche Leichname sowohl als lebende Personen an, um nur jenes Bedürfniß zu befriedigen. Da die unabweislichen Ausgaben des Organismus, welche in dem fortwährenden Abgange von Perspirationsmaterien bestehen, während des Hungers fortdauern, so wird der eigene Organismus zur Deckung dieser Verluste in Anspruch genommen. Alles überflüssig abgelagerte Fett (d. h. mit Ausnahme dessen, was als Polster, als weiche Unterlage u. dgl. unentbehrlich ist) wird aufgesogen. Die stickstoffhaltigen Organe selbst werden endlich mürber. Die Blutmenge sowie die Körperwärme sollen sich hierbei vermindern. Herzschlag und Puls erscheinen langsamer, der letztere kleiner und leerer. Alle Absonde-

rungen vermindern sich und werden zum Theil wasserärmer. Durch die Haut sollen weniger Stoffe abgehen. Der Athem wird immer übelriechender und heiß, der Urin roth, der Koth erscheint seltener und härter. Das Athmen erfolgt schneller und mit ungleicheren Athemzügen. Die Stimme wird heiser. Es zeigt sich Neigung zum Gähnen. Alle Muskelbewegungen gehen ohne Energie vor sich oder sind zum Theil aus Schwäche gar nicht möglich. Die Reizbarkeit der Sinne ist oft theilweise erhöht. Gewöhnliche Irritamente derselben werden leicht schmerzhaft. Der Kranke, der anfangs nur auf Befriedigung seines Nahrungsbedürfnisses sann oder sonst von der fixen Idee des Verhungerns fast einzig und allein eingenommen war, wird abgeschlagener, zuerst mißmuthiger, endlich indifferent. Die Sehnsucht nach Getränk, welche ihn bis jetzt am meisten quälte, verliert sich endlich auch in immer größerem Maaße. Sein Schlaf wird unruhig, ist häufig unterbrochen, leicht zu stören und schwindet oft zuletzt ganz. Es stellen sich stille Delirien ein. Die Kraft des Organismus sinkt immer mehr, bis endlich die Flamme gänzlich verlischt. Während des Todes scheinen bei dem Menschen gar keine oder nur schwache Convulsionen einzutreten.

Wie Versuche an Thieren (Säugethieren und Vögeln) zeigten, verliert sich die Reizbarkeit sogleich nach dem Aufhören des Lebens. In die Muskeln eingeleitete galvanische Ströme rufen keine Zuckungen mehr hervor. Die Leichname, welche bei vollkommen consequenter Verhungerung sehr abgezehrt sind, dagegen, wenn den Kranken während ihrer Leidenszeit einzelne Speisen aufgedrungen worden, relativ noch geründet erscheinen können, führen kein überflüssiges Fett mehr, haben oft blassere und mürbere Muskeln, zeigen einen zusammengezogenen, bisweilen etwas Galle enthaltenden Magen, eine meist strotzend mit Galle angefüllte Gallenblase, einen oft verengten Darm, nach einigen Angaben Mangel an Blut, Verminderung des Umfanges vieler inneren Körperorgane, reichliche Anfüllung der Lymphgefäße und blasse Färbung aller Körpertheile, und gehen schnell in Fäulniß über.

Ueber die Folgen einer consequenten Entziehung des Wassers, die, wie schon (§. 16) bemerkt wurde, wahrscheinlich schneller zum Tode führt, d. h. über die Verweigerung von allen Getränken und die Verabreichung von vollkommen ausgetrockneten Nahrungsmittel liegen noch keine Versuche vor. Die bloße Entbehrung genießbarer Getränke, wie sie z. B. auf offenem Meere bei Mangel von süßem Wasser vorkommt, kann ebenfalls zuletzt den Tod herbeiführen. Wir wissen jedoch in dieser Beziehung aus älteren Erfahrungen, daß Menschen mehr als 14 Tage den Durst aushalten können. Zuerst steigern sich nur die Symptome, welche wir bei den gewöhnlichen Veranlassungen des Durstes wahrnehmen. Die Trockenheit und Röthe der Mundrachenhöhle nehmen zu, verursachen daher heftige Schmerzen und können selbst einen Uebergang in Brand herbeiführen. Alle Nebenfunctionen dieser Theile, wie das Schlucken, das Sprechen u. dgl., sind erschwert. Die Athmungsbewegungen werden schneller und unregelmäßiger, der Athem heiß und trockener, die Absonderungen sparsamer. Der Urin erscheint geröthet, der Koth wasserarm. Es tritt zugleich Ver-

stopfung ein. Es zeigen sich ähnliche Erscheinungen, wie bei Verhungernden, in den Muskeln, den Sinnen und dem Gehirne, bis endlich auch hier der Tod eintritt. Nach den an Thieren (Hunden und Pferden) gemachten Sectionen zu schließen, sind die Schleimhaut der ersten Verdauungswege und das Bauchfell häufig entzündet und brandig, die inneren Körperorgane trockener, Blut, Galle und Urin wasserärmer. Das centrale Nervensystem erscheint in stärkerem Grade mit Blut angefüllt.

Thiere, welche mit Substanzen, die für sich allein keine Nahrungsfähigkeit haben, wie z. B. mit reinem Faserstoff, bloßem Eiweiß, Gallerte, Stärke, Zucker, Fett u. dgl. gefüttert worden, sterben an ähnlichen Erscheinungen, wie Verhungerte, oder gehen ebenfalls, wie man sich ausdrückt, an Inanition zu Grunde. Nur zeigen sich hier bisweilen noch einzelne Erscheinungen, welche bei Verhungerten nicht vorkommen können oder aus uns noch unbekannten Gründen nicht auftreten. Erklärlich ist z. B., weshalb ein mit bloßem Fett gefütterter Hund immer feister wird, sonst aber an seinen stickstoffhaltigen Organen stets abnimmt, weshalb er einen Theil seiner in Ueberschuß gebildeten Fettmasse in seinem Körper ranzig werden läßt, so daß er den widerlichen Geruch nach Fettsäuren um sich verbreitet. Dunkler dagegen sind andere Ernährungsmetamorphosen, welche wir auch noch bisweilen bei verhungernden Thieren, verdurstenden oder schlecht genährten Menschen antreffen können. Hierher gehört vor Allem eine, wohl unzweifelhaft durch die schlechte Beschaffenheit der Blutbereitung bedingte Geneigtheit zu Geschwürsbildungen, welche wir auch bei Menschen, die von schlechter Nahrung leben, in hohem Grade antreffen. Merkwürdiger noch sind die Entzündung und die vermehrte Schleimabsonderung der Bindehaut des Auges und selbst die eiterige Zerstörung des letzteren, welche bei verdurstenden Menschen und einzelnen verhungernden oder mit jenen unpassenden Nahrungsmitteln (vorzüglich mit Zucker) gefütterten Hunden bisweilen beobachtet worden sind und die an die Folgen der Verletzung des dreigetheilten Nerven und vorzüglich des Halstheiles des sympathischen Nerven (allein oder in Verbindung mit dem herumschweifenden Nerven) erinnern.

Die Entziehung der Speisen ist in der Hand des Arztes eines der größten diätetischen Hülfsmittel, welche ihm überhaupt zu Gebote stehen. Bei allen Fiebern und Entzündungen, bei welchen sich jede eingenommene organische Materie nur in Ausschwitzungssubstanz verwandelt und so den kranken Proceß nur steigern würde, verbieten wir den Genuß aller oder wenigstens den der nahrhafteren Speisen. Die Natur hat auch hier wiederum den Instinkt gleichsam als Wächter hingesetzt; denn die meisten Kranken der Art haben, so heftig sie auch dursten mögen, doch keinen Appetit, ja oft einen Widerwillen gegen feste Nahrungsmittel. Die ärztlich consequent durchgeführte möglichste Entziehung von Speisen bildet die Hungerkur. Bei ihrer Anwendung rechnen wir entweder auf die dann Statt findende größere Resorption von krankhaft abgelagerten Stoffen, welche an der Stelle der Nahrungsmittel von dem Organismus selbst verbraucht werden sollen, oder auf eine durch den tief eingreifenden Hungerproceß zu bewirkende Veränderung der ganzen Constitution des Kranken. In ersterer Beziehung verordnen wir z. B. die Entziehungskur bei krankhaften Geschwülsten, in letzterer Hinsicht bei Syphilis, bei eingewurzelten skrophulösen und anderen allgemeineren Leiden. Die von den Alten bisweilen gebrauchte Durstkur scheint gegenwärtig zu wenig in Anwendung gezogen zu werden. Sie dürfte z. B. bei acuten Wassersuchten, wenn uns nicht andere Wege, wie antiphlogistische, harn- oder

schweißtreibende, laxirende Mittel zum Ziele führen, wohl zu versuchen sein. Natürlicher Weise setzen aber beide Arten von ärztlichen Eingriffen ein gewisses Quantum von Stärke der Lebendigkeit des Körpers voraus und können in dem entgegengesetzten Falle den üblen Zustand nur vergrößern, ja die Aufzehrung des Organismus wesentlich beschleunigen.

160 Die Aufnahme relativ zu vieler Nahrungsmittel vermag ebenfalls eine Reihe schädlicher Einwirkungen und selbst den Tod zur Folge zu haben. Zuvörderst kann der Magen selbst, sobald er mit festen Stoffen zu sehr gefüllt ist und durch diese in übermäßigem Grade ausgedehnt wird, bersten oder von der Speiseröhre abreißen. Doch erfolgt dieses nur in sehr seltenen Fällen. Dagegen vermag ein übermäßiges Quantum von Nahrungsmitteln, wenn die Verdauungskräfte dieselben nicht zu bewältigen im Stande sind, eine Reihe von Symptomen, welche wir mit den Namen der Indigestion, des Gastricismus, des gastrischen Fiebers zusammenfassen, hervorzurufen. Die zu reichlichen Speisemassen bedingen eine Ueberfüllung des Magens und daher eine Auftreibung der entsprechenden Stelle des Unterleibes, welche einen ausgeübten Druck nur mit Mühe erträgt. Es erzeugt sich ein Gefühl von Vollheit, von Druck oder von anhaltendem Schmerz. Auf die bloße Perception der Uebersättigung folgt bald Abneigung vor Speisen, Aufstoßen, übler Geschmack im Munde, unreiner Zungenbelag und selbst Uebelkeit und Erbrechen. Durch das letztere sucht dann die Natur das Ueberschüssige und Schädliche möglichst zu entfernen. Der zu sehr gefüllte Magen leistet dem bei der Inspiration hinabtretenden Zwerchfelle einen größeren Widerstand. Der Athmungsmechanismus erfolgt daher beschwerlicher und kann so das anhaltende und laute Sprechen, das Singen, Laufen u. dgl. geniren. Es wird weniger Luft in die Lungen eingeführt. Der Oxydationsproceß des gesammten Körpers und insbesondere der assimilirten Nahrungsbestandtheile erscheint deshalb unvollständiger. Die gehinderte Athmung verändert zugleich Herz- und Pulsschlag, so wie selbst wahrscheinlich die Absonderung des Magensaftes. Es entstehen Unbehaglichkeit, Neigung zum Schlaf, Widerwille gegen geistige Arbeit, Kopfschmerz u. dgl., und bisweilen Congestionen nach dem Gehirn, nach den Lungen oder nach anderen Organen. Es erzeugt sich zuletzt Durchfall, fieberhafte Aufregung und Erguß von Galle, die oft in den Magen hinübergeht und mit dem Erbrechen theilweise ausgeleert wird u. dgl. mehr. Solche Indigestionszustände bedingen dann nicht nur an und für sich bedeutendere Krankheiten, wie gastrische Fieber, welche durch ein immer tieferes Eingreifen der pathologischen Processe sogar typhös zu werden und so den Tod herbeizuführen im Stande sind, sondern begünstigen auch alle Uebel, die wegen der Localität des Aufenthaltsortes oder wegen der zeitlichen Beschaffenheit äußerer Verhältnisse vorzüglich häufig auftreten, nämlich alle sogenannten allgemeineren endemischen oder epidemischen Krankheiten. Ein Diätfehler der Art kann z. B. ein Wechselfieber, ein Nervenfieber, einen Anfall europäischer oder asiatischer Cholera, bösartige Ruhren u. s. w. hervorrufen.

Wie aber natürlicher Weise die Quantität der Speisen eine relative ist und eine Menge derselben, die von einem Menschen noch gut vertragen

wird, bei einem anderen schon einen Indigestionszustand hervorruft, so unterscheiden sich auch in dieser Hinsicht die einzelnen Nahrungsmittel auf eine sehr bedeutende Weise von einander. Selbst chemisch sehr nah verwandte Substanzen können sich rücksichtlich ihrer Verdauungsfähigkeit sehr verschieden darstellen. Während wir z. B. eine bestimmte Portion gekochten Rindfleisches gut vertragen, kann uns dieselbe Menge von bloß geräuchertem Schinken, von Fischfleisch, von Hummer sehr leicht den Magen verderben. Durch einzelne frische Früchte, z. B. Weintrauben, Melonen, schaden wir uns weit eher, als durch andere, wie Kirschen, Pflaumen, Birnen, Aepfel, sobald diese nur reif oder gar gekocht oder eingemacht sind. Natürlicher Weise aber hängen die schädlichen Einwirkungen der Quantität sowohl als der Qualität der Speisen von den individuellen Verhältnissen ab. Was einem kräftigen Landmanne nicht nur unschädlich, sondern sogar erforderlich ist, würde bei einer zarten Städterin schädlich wirken. Tausende von kleinen Kindern gehen bei sogenannter künstlicher Auffütterung zu Grunde, weil sie eben keine ihrem zarten Zustande adäquate Nahrung, wie sie durch die Muttermilch dargestellt wird, erhalten. Ein Magen, der entzündet, durch Magenkrampf zu empfindlich gemacht, durch ein organisches Leiden, wie z. B. Krebs des Pförtners, in einen krankhaften Reizbarkeitszustand versetzt ist, weist auch die zartesten, schleimigsten Nahrungsmittel sogleich durch Erbrechen zurück, während Trinker es soweit bringen können, daß sie wenig wässerigen Alkohol, Aether, Hoffmann'sche Tropfen, Eau de Cologne ohne weitere unmittelbare Beschwerden zu verzehren vermögen. Eben so wirkt die Gewohnheit in dieser Beziehung auf eine sehr eingreifende Weise. Der Mensch kann seine Verdauungsthätigkeit durch habituellen Genuß schwerverdaulicher oder schädlicher Nahrungsmittel erziehen und es einerseits zu gewissen Extremen bringen, sich dagegen aber auch anderseits in hohem Grade verweichlichen. In dem ersteren Falle sind allmählige Uebergänge ein Haupterforderniß. Diese werden auch in vorzüglichem Grade nothwendig, sobald die Kraft des Magens überhaupt mit einer geringeren Energie wirkt. Auf solche Art können sich z. B. schwächliche, nervöse Personen sehr leicht eine Indigestion zuziehen. Aus demselben Grunde würden wir einen Menschen, welcher längere Zeit gehungert hat, einer großen Gefahr aussetzen, wenn wir nicht bei ihm von zarteren Nahrungsmitteln zu gröberen allmälig fortschritten.

Schon oben (§. 157) wurden einzelne Belege, bei welchen wir die die Verdauung unterstützenden Momente ihrem Wirken nach klarer zu durchschauen im Stande sind, angeführt. Unter sehr vielen Verhältnissen aber können wir dieses noch nicht. Wir müssen dann nach unseren gegenwärtigen Kenntnissen entweder von aller genaueren Erklärung abstehen, oder uns mit allgemeinen Anschauungen und Ausdrücken begnügen. Es ist z. B. bekannt, daß Kalbfleisch leichter verdaulich als Rindfleisch ist und daß dieses sich weniger, als die meisten Arten von Fischfleisch eignet, Digestionsstörungen zu erregen. Nun enthält das Kalbfleisch bei 79,7 und 78,2 % Wasser, 15 — 16,2 % Faserstoff und 3,2 — 2,6 % lösliches Eiweiß (und Hämatosine); das Rindfleisch bei 77,5 % Wasser 17,5 % Fibrine und 2,2 % lösliches Albumin (und Blutfarbestoff), endlich das Karpfenfleisch bei 80,1 % Wasser 12,0 % Faserstoff und 5,2 % lösliches Eiweiß (Schloßberger). Auf den ersten Blick ließe sich hieraus ein Verhältniß entnehmen, welches allen Gesetzen der Diätetik z. Thl. entgegensteht. Wir wissen, daß löslichere oder aufgelöste Stoffe leichter aufgenom-

men zu werden pflegen. Hier aber zeichnet sich das schwerer verdauliche Karpfenfleisch gerade durch eine größere Wassermenge und einen größeren Gehalt an löslichem Eiweiß aus, während das leichter zu bewältigende Kalbfleisch, wenn wir es nur mit dem Rindfleische vergleichen, den allgemeinen diätetischen Normen mehr gehorcht. Es müssen also noch andere Momente, welche die Verdaulichkeit bestimmen und die sich aus den procentigen Mengen der Bestandtheile allein nicht entnehmen lassen, existiren. Denn der Faserstoffgehalt ist in dem schwer verdaulichen Fischfleische am geringsten, in dem sehr leicht digerirbaren Kalbfleische größer und in dem schwereren Rindfleische am größten. Wollte man den bedeutenderen Widerstand, welcher der Digestionsthätigkeit geleistet wird, auf das lösliche Eiweiß, das durch das Kochen theilweise oder gänzlich in geronnenes umgewandelt wird, beziehen, so würde dieses den Thatsachen ebenfalls nicht entsprechen. Denn das Kalbfleisch enthält mehr davon als das Rindfleisch. Es bliebe daher nur die Qualität der Faserstoffe und Albumine der Säugethiere und der Fische, des erwachsenen und des in Ausbildung begriffenen Individuums, zu berücksichtigen. Hierfür liefert uns jedoch die organische Chemie noch keine bestimmten speciellen Anhaltspunkte. Die Differenz, welche (nach Mulder) der Faserstoff der Seide, das Fibroin, von dem Faserstoffe der Wirbelthiere, der Fibrine, in elementaranalytischer Beziehung darbietet, kann hier nicht anwendungsweise übertragen werden. Wir können daher nur im Allgemeinen annehmen, daß der Faserstoff der Säugethiere leichter als der der Fische durch den Verdauungsact umgesetzt werde. Eben so läßt sich vermuthen, daß die gleichsam noch unvollendeteren und, wie auch directe chemische Untersuchungen gelehrt haben, zu Metamorphosen geneigteren Substanzen des jungen Thieres eher, als die consolidirteren und daher stabileren Theile älterer Geschöpfe dem Verdauungsacte unterliegen. Solche Aussprüche aber sind noch zu allgemein und befriedigen eben so wenig, als der Satz, daß der Mensch das Fleisch der ihm verwandteren Säugethiere leichter, als das der von ihm entfernter stehenden Fische überwindet.

161 Ein Uebermaaß von Getränken, welche keine eigenthümlich schadenden Stoffe beigemengt oder aufgelöst enthalten, stört die Gesundheit im Allgemeinen weniger, als der Genuß zu vieler dichterer Nahrungsmittel. Dieser Unterschied wird dadurch bedingt, daß, während die Speisen die Verdauungsthätigkeit in hohem Grade in Anspruch nehmen, die Flüssigkeiten leicht in das Blut übergehen und nach kurzer Zeit durch Lungen- und Hautausdünstung, so wie durch den Urin wiederum ausgeschieden werden können. Beträgt die Masse des Getränkes so viel, daß es den Magen ausdehnt, so kann diese mechanische Störung auch hier zum Theil ähnliche Erscheinungen, wie sie in gleichem Falle nach dem Genusse zu vieler fester Substanzen eintreten (§. 160), hervorrufen. Die Natur hilft dann ebenfalls nicht selten durch die Krise des Erbrechens, welches jedoch in diesem Falle weniger in Folge der localen Reizung des Magens, als einer solchen des Gehirnes einzutreten pflegt.

Ist durch gewöhnliches Trinken zu viel Flüssigkeit eingeführt worden, so wird zunächst das Blut wasserreicher. Einen deutlichen Beleg hierfür geben einige an Thieren gemachte Bestimmungen. Ein Ochse, welcher viel Getränk und zur Vermehrung seines Durstes etwas Salz und Mehl erhalten hatte, lieferte Blut mit 16 % festen Rückstandes und 84 % Wasser. Blieb dann das Thier 24 Stunden ohne Wasser, so zeigten sich in seinem Blute 22,5 % dichter Stoffe und nur 77,5 % Wasser. In einem anderen Falle betrug der Wassergehalt bei Mangel an Getränk 78,3 %, nach dem Trinken dagegen 83,1 % (C. H. Schultz). Daß aber selbst diese Schwankungsgrößen noch überschritten werden können, läßt sich wenigstens theoretisch vermuthen.

Das mit zu vielem Wasser geschwängerte Blut sucht sich desselben auf allen ihm im Normalzustande zu Gebote stehenden Wegen zu entledigen. Lungen und Haut dunsten mehr ab. Auf der letzteren kann sogar, besonders wenn die Temperatur des Getränkes begünstigend wirkt, Schweißbildung zum Vorschein kommen. Die Absonderungen werden wässeriger und vor Al-

lem führt der Harn die größten Flüssigkeitsmengen davon. Bisweilen, jedoch bei dem Menschen nur unter krankhaften Verhältnissen, übernehmen auch die Excremente eine ähnliche Rolle. Greift ein habitueller Genuß von Getränken tiefer ein, so entstehen alle Folgen einer zu großen Wässerigkeit des Blutes. Hierbei treten je nach der Beschaffenheit der fremdartigen Bestandtheile der Flüssigkeit sehr mannigfaltige Nebenwirkungen hervor. Indem z. B. sogenanntes hartes Wasser durch seine verhältnißmäßig bedeutendere Menge von Erdsalzen den Magen belästigen kann, wird dieser durch eine Flüssigkeit, welche viel Kohlensäure führt, eher beruhigt. Während in dem Wein, dem Branntwein, dem Bier u. dgl. der Alkohol den ganzen Körper aufregt, erschlaffen die durch das Kochen ausgezogenen Stoffe des Thees den Magen oder selbst das gesammte Nervensystem.

Wie bei den Speisen, so weicht auch bei den Getränken der civilisirte Mensch von dem ursprünglichen Naturzustande ab. Er vermeidet einen ausschließlichen Gebrauch von reinem Wasser, genießt jedoch von diesem verhältnißmäßig mehr als von rohen Speisen. Aber selbst hierbei leitet ihn sein Instinctgefühl des Geschmackes, schon ein gemischtes Product einzunehmen. Denn er findet destillirtes Wasser fade und bei anhaltendem Genusse ekelhaft. 162

Zur Zubereitung der Getränke dienen ihm wiederum zwei Hauptfactoren, welche er auch für die Herstellung seiner künstlichen Nahrungsmittel in Gebrauch zieht, nämlich Wärme und Gährung. Die erstere verschafft ihm die verschiedenen Suppen, so wie die Aufgüsse und Abkochungen des Kaffee, des Thee, der Chocolade u. dgl. Aus gährenden organischen Substanzen dagegen gehen Wein, Branntwein, Bier, Rum und andere Modificationen der Alkoholgetränke hervor. 163

Die meisten gewöhnlichen Suppen bilden von allen diesen Nahrungsmitteln die gesündesten flüssigen Mischungen. Weniger assimilirbar erscheinen sie noch, wenn sie, wie die Mehlsuppen, die Brotsuppen, nur vegetabilische Producte aufgelöst und vorzüglich mechanisch beigemischt, enthalten. Sie erfodern dann, um schmackhaft zu werden, aus den schon früher angeführten Gründen (§. 157) einen Zusatz von öligen oder fettigen Stoffen und von Kochsalz, setzen dabei eine gewisse Stärke der Verdauungskraft voraus und ernähren selbst dann minder intensiv. Die Fleischsuppen dagegen, welche die durch Extraction des warmen Wassers löslichen Bestandtheile des Fleisches, die durch Einwirkung der Wärme entstandene Gallerte und das meist nur mechanisch beigemengte Fett enthalten, werden leichter assimilirbar, erfordern geringere Verdauungskräfte, als festere Fleischspeisen und dienen daher besonders bei schwachen Digestionswerkzeugen zur Ernährung und Erkräftigung. Allein wo der Organismus irgend bedeutende Forderungen macht, reichen sie zur Erhaltung nicht hin und bilden höchstens ein, neben den festeren Speisen durch die Gewohnheit z. Thl. gefordertes Unterstützungsmittel des Ernährungsprocesses.

Die künstlichen Aufgüsse des Kaffee, des Thee, der Chocolade, an welche sich die civilisirten Völker oft so gewöhnt haben, daß sie jene nur ungern und in Ausnahmsfällen entbehren wollen, erzeugen schon directe schädliche Nebeneffecte, welche nur die Erziehung der Gewohnheit vermindern kann. Kaffee und Thee regen beide den Organismus auf und wirken in einer sehr auffallenden Weise auf das Nervensystem, gleichsam als in minimo giftige Substanzen. Der Kaffee kann nicht bloß die Verdauung stören, sondern auch durch eine gewisse Ueberspannung des Gehirnes herabstimmen. Daher seine heilkräftige Wirkung bei gewissen Arten von Kopfschmerz, daher seine Fähigkeit, aufregende Hirnzufälle, welche dem Opiumgenusse, dem Rausche unmittelbar folgen, zu vermindern. Daher die besondere Vorliebe für denselben, welche wir häufig bei Gelehrten und anderen Personen, die mit dem Kopfe viel arbeiten, antreffen. Die erregenden Wirkungen des Thees sind ebenfalls hinreichend bekannt. Während er auf gleiche Art die Digestion nichts weniger als befördert, versetzt er das Gehirn in eine gewisse, uns näher noch unerklärliche Stimmung und raubt z. B. einem Menschen, der zu viel von ihm gegen Abend getrunken, die Möglichkeit, später zur gewohnten Stunde einzuschlafen, läßt ihn schwer träu-

men u. dgl. m. Bei der Chocolade, der am wenigsten verbreiteten Combination der Art, scheint vorzüglich ihre geringere Verdaulichkeit schädlich wirken zu können, während sie selbst besonders ihrer stark sättigenden und nährenden Eigenschaften halber gesucht wird.

Auf eine andere Art greifen die geistigen Getränke, wie Wein, Bier, Branntwein, Rum, Arack u. s. f. ein. In Uebermaaß auf einmal genossen wirken sie durch die in Folge der Gährung entstehenden Producte, vorzüglich den Alkohol, berauschend, obgleich wiederum die Art des Rausches und der Folgen desselben nach den verschiedenen Bestandtheilen und Gemengen verschieden ausfällt. Der nach dem Genusse des kohlensäurereichen ächten Champagners, des ächten St. Peray auftretende Rausch ist meist mit ausnehmender Heiterkeit verbunden, entsteht leicht und vergeht eben so rasch, ohne Kopfschmerz, welcher bei unächten moussirenden Weinen in der Regel nicht fehlt, zu hinterlassen. Der Bierrausch erzeugt zwar auch Verstandesverwirrung, doch ohne jene höhere geistige Exaltation, welche der übermäßige Genuß guter leichter Weine bedingt.

Die allgemeinen Symptome, welche das zu reichliche Trinken gegohrener Flüssigkeiten hervorruft, lassen sich auf folgende Punkte zurückführen. Zuvörderst entsteht eine Vermehrung der Blutströmung, vorzüglich nach dem Kopfe. Das Gesicht röthet sich, die Augen werden lebhafter, das Gehirn, sei es mit oder ohne schon bestehende Eingenommenheit des Kopfes, aufgeregter. Daher zunächst eine Reihe von Wirkungen, welche in gewissem Sinne noch ersprießlich sein können. Der Mensch wird z. B. muthiger, reflectirt weniger auf die sich ihm darbietenden reellen Gefahren oder eingebildeten Hindernisse. Als Krieger stürzt er sich daher dem Feuer des Feindes rücksichtsloser entgegen. Als Redner ängstigt und zerstreut er sich nicht mehr durch die störenden Nebenrücksichten auf sein Publicum, stottert daher nicht und spricht begeisterter. Als Dichter wird seine Phantasie aufgeregter und lebhafter. Hier wirken bei dem verfeinerten Menschen solche Weine, wie der Champagner, welche leicht sind, viel Kohlensäure enthalten und mit keinen so tief eingreifenden Nachwehen verknüpft erscheinen, am besten. Der rohere Mensch wird in gleicher Art mehr durch den bloßen Alkoholgehalt des Getränkes exallirt. Daher sich für ihn in dieser Beziehung der Branntwein schon belebender, als das Bier zeigt. Mit dieser Aufregung, welche die geistigen Getränke bedingen, verbindet sich aber leicht eine zu sehr erhöhte geistige Reizbarkeit, welche sich bei den verschiedenen Trunkenbolden sehr verschieden äußert. Der Eine ist überglücklich und seelig, freut sich ohne Grund, schließt Freundschaften, küsset und liebt ohne Ursache, prahlt und projectirt aus leerer Eitelkeit und ungezügelter Phantasie. Ein Anderer wird still, verstimmt, düster, weint auf das Heftigste aus bloß eingebildeten und daher lächerlichen Motiven. Ein dritter nimmt Aeußerungen, die ihn sonst nicht berühren, als Beleidigungen auf, wird streitsüchtig, tückisch. Viele trauen sich Kraftäußerungen zu, die sie nicht hervorbringen können und zu denen sie sich auch im nüchternen Zustande nicht befähigt glauben. Mit diesen psychischen Symptomen verbindet sich das Gefühl erhöhter Körperwärme, größere Lebhaftigkeit aller Muskelbewegungen und daher auch oft Geneigtheit zu vorübergehenden krampfhaften Zuckungen, vorzüglich im Gesichte, vermehrte Schnelligkeit des Herzschlages und des Pulses. Der letztere wird oft voller und größer. Die Venen füllen sich mehr. Das Athmen erscheint beschleunigter. Der Athem selbst erhält einen alkoholischen Geruch. Die Sprache wird, so lange die Zunge nicht gehindert ist, schneller und lebhafter. Die Haut dünstet mehr aus. Die ganze Maschine des Organismus ist im Ganzen noch vorläufig in rascherer Thätigkeit begriffen. Greift der Rausch tiefer ein, so entsteht durch die Congestion nach dem Kopfe Schwindel nebst den begleitenden subjectiven Sinnestäuschungen, wie Funken vor den Augen, Ohrensausen u. dgl. Die äußeren Bilder, welche der Mensch sieht, werden unvollkommen aufgefaßt und unrichtig gedeutet. Er träumt gewissermaßen bei offenen Augen. Der Schwindel macht selbst den Gang unsicher und erzeugt später die unbeholfensten Combinationen der einzelnen Körpertheile, welche für beabsichtigte Bewegungsäußerungen in Anspruch genommen werden. Der Betrunkene fällt zuerst da leicht, wo das Gehen mehr Aufmerksamkeit erfordert, auf der Treppe, an einem im Wege liegenden Stein, an einem Baum, einem Hause u. dgl. und sinkt später auch auf ebenem Boden hin. Er kann überhaupt gar nicht aufstehen und zuletzt selbst nicht sitzen. Auch die Zunge wird gleichsam gelähmter; seine Sprache daher lallender. Alle diese Erscheinungen, so wie die folgenden Symptome und die Phänomene des Rausches überhaupt werden durch den Einfluß der freien Luft häufig nur gesteigert und treten daher oft erst ein, sobald der Mensch das Zimmer, in welchem er sich seinem Laster hinge-

geben und das durch Heizung und die Ausdünstung vieler Personen erwärmt war, verläßt.

Auf die Erscheinungen der künstlichen Erhöhung der geistigen und der körperlichen Thätigkeiten folgt dann bei stärkerem Rausche umgekehrt eine größere Apathie. Sie ist es, welche die Erscheinungen der Trunkenheit am widerlichsten macht, die nur noch mehr, als die schon erwähnten Symptome zeigt, wie der Mensch durch unglückliche Richtungen verleitet sein Höchstes, seine Intelligenz, zu mißbrauchen vermag, um sich auf das Tiefste herabzuwürdigen. Schon die erwähnte Zungenlähmung, der Schwindel und dessen Folgen gehören hierher. Sie nehmen mehr und mehr zu und werden, verbunden mit der Apathie des Geistes, zu den Erregern der unangenehmsten Anblicke. Der Betrunkene verliert seine Energie. Aeußere Veranlassungen, wie sein eigener Wille, können ihn höchstens momentan aufreizen und bei ihm einen augenblicklichen Versuch zu Kraftanstrengung bedingen. Allein dieser geht bald dahin, weil die Macht, energische und zugleich anhaltende Thätigkeiten hervorzubringen, fehlt. Beide Geschlechter verlieren dadurch die Grundzüge ihres Charakters. Erträgt sonst der Mann vermöge der ihm inwohnenden größeren Energie keine Beleidigung, ohne sie möglichst kräftig von sich abzuwehren, so läßt sich der apathische Trunkene stoßen und necken, ohne darauf zu antworten oder weil er bei jedem Versuche eines Widerstandes wegen seiner geschwächten Sinne, seiner umdüsterten Intelligenz und seines Mangels an Kraft sogleich erlahmt. Ist umgekehrt das Schicklichkeitsgefühl ein Hauptmoment der geistigen Thätigkeitsäußerungen des weiblichen Geschlechtes, so wird uns das trunkene Weib durch alle ihre Handlungen nur um so widerlicher, weil ihr alle Rücksicht auf Anstand durchaus mangelt. Trunkene beider Geschlechter beobachten keine Decenz mehr, berücksichtigen nicht mehr ihre äußere Erscheinung und werden, wenn sie z. B. in den Schmutz fallen, hiervon nur höchstens momentan afficirt. Je mehr die Apathie fortschreitet, um so kraft- und willenloser werden sie. Ihre Sprache ist so sehr gelähmt, daß sie nur noch einzelne Worte unverständlich lallend oder selbst diese nicht hervorbringen können. Sie kämpfen fortwährend mit der schlafartigen Umnebelung, ohne doch, wenn nicht alle äußeren störenden Einflüsse abgehalten werden, in wahren Schlaf zu verfallen, und träumen höchstens halbwachend. Alle Sinneseindrücke wirken gar nicht oder nur momentan und verwirrt. Das Auge verliert immer mehr sein Feuer, wird starr und erscheint, da zugleich die Augenlider gänzlich oder halb geschlossen sind, ähnlich, wie bei einer Leiche. Die Haut erblaßt. Herzschlag und Puls werden immer ruhiger. Auch die Athembewegungen erfolgen langsamer. Bisweilen treten einzelne tiefere Athemzüge auf. Durch die fortwährende Abdunstung von Wasser und Alkohol aus den Lungen entsteht ein vergrößerter Blutzufluß zu denselben und mit diesem vermehrte Schleimabsonderung. Das Secret wird nicht durch kräftiges Räuspern oder starken Husten ausgeleert. Es erscheint daher Schleimrasseln. Mit der ganzen Unbeweglichkeit des Körpers verbindet sich später auch Kälte der äußeren Haut, vorzüglich der Extremitäten, so wie allgemeine oder mehr locale Schweißbildung. Das gesammte Bild des Leidens wird dem eines Sterbenden so ähnlich, daß bisweilen Laien beide Zustände verwechseln können. Uebrigens vermag auch dann der Tod, obgleich im Ganzen seltener, durch blutigen Schlagfluß zu erfolgen.

Das natürlichste Heilmittel aller dieser Rauschzustände bildet der Schlaf. Während desselben verdunstet der in das Blut aufgenommene Alkohol rein oder elementaranalysirt durch die Perspiration. Das aufgeregte Nervensystem findet durch diese Ruhe sein normales Mittelmaaß wieder. Nach dem Erwachen zeigen sich jedoch noch oft Eingenommenheit des Kopfes, Unlust zur Arbeit, Verdrießlichkeit, Hypochondrie über den begangenen Exceß, Appetitlosigkeit, belegte Zunge, Schleimzustand der ersten Wege, Kollern im Leibe, und selbst Diarrhö, allgemeine Schwäche und ähnliche Folgesymptome. Bei dem Gesunden, der sich ein Mal zur Erzeugung eines Rausches verleiten ließ, ist im Allgemeinen der Schlaf um so leichter, tiefer und ruhiger und dauert zugleich um so länger, je stärker die Trunkenheit gewesen. Bei dem Trunkenbold erfolgt diese Naturkrise um so unvollständiger und gestörter, je weiter er in seinem Laster vorgeschritten. Daher die Trunksucht, wenn auch einerseits die geistigen Getränke durch Gewohnheit immer besser vertragen werden, doch anderseits eben durch jene größere Unregelmäßigkeit des Schlafes die Untergrabung der Gesundheit immer sicherer herbeiführt.

Der anhaltend wiederkehrende Genuß zum Uebermaaße genommener geistiger Getränke macht allmählig den Menschen krank und beraubt ihn seiner edelsten Bestimmung, der

Möglichkeit eines regulären geistigen Wirkens. Zu starke Biertrinker werden oft aufgeschwemmt, fett, träge und dumm. Bei Weinsäufern ist dieses letztere, wenigstens bis zu einer gewissen Zeit, nicht der Fall. Allein auch ihre Geisteskräfte, wenn sie sich selbst länger erhalten, erlahmen allmählig, verlieren an eigentlicher Schärfe und Beweglichkeit. Bei jedem Trinker wird der Appetit nach und nach zu Grunde gerichtet. Ungefähr in gleichem Maaße, als sein Durst nach geistigen Getränken zunimmt, verringert sich sein Bedürfniß fester Speisen. Seine Zunge bleibt beständig belegt. Es entsteht leicht Uebelkeit, Ekel und selbst Erbrechen. Oft erzeugen sich Verdauungsbeschwerden aller Art und selbst organische Leiden des Magens. Der Trunkenbold riecht stets auf eine unangenehme Weise nach gährenden geistigen Getränken. Durch die häufig eintretenden stärkeren Congestionen erhalten feinere Blutgefäße des Kopfes die Neigung, über das Normalmaaß erweitert zu bleiben oder bei geringeren äußeren Veranlassungen solche krankhafte Durchmesserveränderungen anzunehmen. Die größere Erweitung der Capillaren bedingt aber nach mechanischen Gesetzen eine langsamere Blutströmung in ihnen. Durch diese wird natürlicher Weise das schon dunkle Blut minder rasch fortgeführt, weniger schnell durch neues arterielles ersetzt. In solchen erweiterten feinsten Blutgefäßnetzen muß daher eine dunklere Blutmasse enthalten sein, und sie müssen deshalb eine dunkelrothe bis blaurothe Färbung hervorrufen. Diese krankhaften Farbennüançen erscheinen nun zuerst an der Nase, dann an den Lippen, an den Ohren und endlich im ganzen Gesichte. Neben den für das freie Auge einzeln nicht sichtbaren Capillaren treten noch hin und wieder ohne optische Bewaffnung kenntliche, oft geschlängelte Gefäßchen auf. Diese Veränderung wird freilich durch die zugleich erscheinenden Verdauungs- und Leberaffectionen, bei denen sie auch sonst vorkommen, begünstigt. Eben so erfolgen bei Geneigtheit zu solchen Leiden Hämorrhoidalbeschwerden und vorzüglich chronischer Lungencatarrh, Vermehrungen der Schleimabsonderung, bisweilen auch, wenn noch geschlechtige Ausschweifungen dieselben begünstigen, Schleimflüsse der Harnblase und der Harnröhre. Die Augen werden leicht triefend. Der Eintritt von grauen oder schwarzen Staar wird, sobald überhaupt Disposition dazu vorhanden ist, nicht selten befördert. Alte Geschwüre gelangen nicht zur Heilung. Der ganze Körper wird schwächer, leucophlegmatischer. Die Stimme erscheint oft rauh, tief, abgebrochen oder stotternd. Alle Bewegungen verlieren an Intensität, und es erzeugt sich ein habituelles Zittern, vorzüglich der Hände, welches sich zuerst bei delicateren Bewegungen, wie bei dem Schreiben, dem Zeichnen zu erkennen giebt. Später wird diese Unsicherheit und Schwäche der Muskelthätigkeit größer und allgemeiner und prägt sich oft in dem äußeren schleppenden oder wankenden Gange des Menschen auf eine auffallende Weise aus. Die Sinne werden stumpfer. Die Lebhaftigkeit, das Gedächtniß, die feineren Gefühle der Liebe, der Anhänglichkeit an das Schöne, der warmen Zuneigung zu dem Wahren und Großen ermatten. Das Interesse an sonst angenehmen Arbeiten erlahmt. Die geistige Thätigkeit bleibt stets apathisch, sobald nicht besondere Momente der Aufregung eintreten. Sonst beschäftigt sich häufig der Trunkenbold nur vorzugsweise mit dem traurigen Vergnügen, welches ihm sein unglücklicher Trieb gewährt. Oft erwacht er momentan, wird sogar in der Erkenntniß seiner Verirrungen verstimmt und faßt den festen Entschluß, sich der geistigen Getränke zu enthalten. Allein die geringste Entschuldigung macht ihn bald darauf wankend. Indem er sich und Anderen zuerst verspricht, daß er nur mäßig trinken wolle, befreundet er sich von Neuem mit dem Alkohol und fährt bald auf seiner früheren betrübenden Bahn fort. Sobald es überhaupt ein Mal so weit gekommen, daß jenes oben erwähnte Händezittern in bedeutenderem Grade habituell wird, gehört gewiß jede radicale Besserung eines Trunkenboldes zu den Seltenheiten. Das alkoholische Getränk wird ihm ein wesentlicher Lebensreiz. Im Anfange hebt er sogar sein Leiden durch dasselbe. Er steht z. B. des Morgens mit jenem Zittern auf und verliert es nicht eher, als bis er eine Dosis Branntwein zu sich genommen. Bei Vielen erzeugt sich Schlaflosigkeit. Sie können nur wenige Stunden hinter einander ruhen und müssen sogleich ein Quantum ihres weingeistigen Lebensreizes empfangen, um nur von Neuem Schlaf zu finden.

Da aber die Verdauungswerkzeuge wie der Organismus überhaupt gegen alle anhaltend angewandten Reize nach und nach abgestumpft werden, so gehen solche Unglückliche allmälig in der Auswahl der von ihnen eingenommenen verderblichen Getränke zu stets schärferen Flüssigkeiten über. Nachdem sie mit Bier und Wein begonnen, nehmen sie zu immer stärkerem Branntwein ihre Zuflucht. Die Ingredienzien, welche den gewöhnlichen Liqueuren zugesetzt sind, werden ihnen widerlich, und sie begehren reineres alkoholi-

sches Getränk. Sie halten sich daher lieber an sogenannten reinen Korn. Später greifen Einzelne noch zu Alkohol, Aether, Hoffmannschen Tropfen, Eau de Cologne und selbst nach einigen Angaben, die ich jedoch nicht aus eigener Anschauung verbürgen kann, zu verdünntem Scheidewasser und diluirter Schwefelsäure. Ist die Leidenschaft so weit gediehen, oft aber auch schon viel früher, selbst schon bei bloßen Weinsäufern, erzeugen sich jene Anfälle von sogenanntem Säuferwahnsinn (delirium cum tremore oder unlogischer delirium tremens). Neben dem oben erwähnten Zittern treten dann häufig furchtbare Anfälle von tobendem Wahnsinn, bei welchem die Kranken nicht selten noch eine sehr bedeutende Muskelkraft entwickeln und welche oft nur durch sehr starke Gaben von Opium, sehr intensive Ekelkuren mittelst Verabreichung des Brechweinsteins gebändigt werden, ein. Bisweilen gesellen sich hierzu Convulsionen, minder häufig Epilepsie und endlich Blödsinn. Selten wird der Körper so sehr mit Alkohol durchtränkt, daß er sich gleich einem mit Weingeist inbibirten Dochte leicht entzündet und mehr oder minder vollständig verbrennt. Es soll dadurch eine sogenannte Selbstverbrennung (Combustio spontanea) entstehen [1]. Im Allgemeinen alteren junge, der Trunksucht ergebene Individuen sehr früh, können sich aber anderseits ihrer unglücklichen Neigung eher entwöhnen als ältere. Bei Säuglingen und Kindern ruft leicht der Branntweingenuß Hirnentzündung, Wassererguß in die Großhirnventrikel, Lähmungen und Blödsinn hervor.

In den Leichnamen von Trunkenbolden finden wir Ueberfüllung der Blutgefäße des Gehirnes, Blut- oder Wassererguß in den Ventrikeln, bei alten Säufern auch oft Erweiterungen des Herzens, Emphysem der Lungen, Verknöcherung in den Gefäßen, Vergrößerung und organische Fehler der Leber und, wenn sie zugleich sonst üppig lebten Entartungen der Harn- und Geschlechtstheile, Verschwärungen der Blase, Steine, Stricturen der Harnröhre, Vergrößerungen der Vorsteherdrüse und andere Leiden ähnlicher Art. Der ganze Körper und vorzugsweise das Blut bieten einen deutlichen Alkoholgeruch dar. Auffallend tritt dieser auch oft nach dem Oeffnen des Schädels hervor. Allein nicht bloß auf ihren eigenen Organismus wirkt die Trunksucht auf die geschilderte Art schädlich ein, sie soll sogar, obgleich Angaben der Art noch sehr kritisch zu prüfen sein dürften, auf die Erzeugung des Kindes von Einfluß sein. Man will bei Säufern als bloße Folge ihrer Neigung das Eintreten von Impotenz beobachtet haben. In Wallis ist der Glaube sehr verbreitet, daß, wenn einer der Eltern bei dem Coitus durch Trunkenheit sehr aufgeregt war, häufig das in Folge desselben entstehende Kind ein Cretin werde. Auch sollen die Kinder von Vätern, welche bei ihrer Erzeugung schon Trunkenbolde waren, leicht an Epilepsie, Hirnwassersucht, Blödsinn u. dgl. leiden. —

Zur Befriedigung von pikanteren Geschmacksbegierden bedient sich der Mensch außer dem Alkohol noch einer Reihe anderer Stoffe, insbesondere der Narcotica. Der gebildete Europäer wählt zu diesem Zwecke den noch unschuldigeren Tabak, den er verbrennt, um dessen Dampf durch die Mundhöhle streichen zu lassen. Rohe Leute dagegen kauen ihn zu ähnlichen Zwecken, besonders wenn sie ihn, wie die Matrosen, früher in dieser Form als angebliches Präservativ gegen den Skorbut gebraucht haben. Allein auch auf diesem Felde begegnen wir einem anderen Acte, der, wo möglich, noch zerstörender als das Branntweintrinken wirkt, nämlich dem Opiumrauchen. Hier stellt sich wieder zuerst eine allgemeine Aufregung und nach ihr eine noch furchtbarere Apathie, blödsinnartige Gleichgültigkeit und einzige Begierde nach erneuertem Opiumgenuß, Abmagerung, Muskelschwäche, Stierheit des feuerlosen Blickes und eine fast noch schrecklichere Fessel des unglücklichen Triebes, als nach dem Branntweintrinken ein. Hierher gehören auch andere narcotische Stoffe, wie der Taumelpfeffer, welchen die Bewohner der Südsee-Inseln, der Fliegenschwamm, den die Kambschadalen zu ähnlichen Zwecken auf verschiedene Weise genießen.

Die übrigen Verhältnisse der Getränke werden wiederum füglicher in den anderen Capiteln der speciellen Physiologie, vorzüglich in dem, welches von den Ernährungsfunctionen handelt, erwähnt werden.

Die Mechanik der Verdauungsorgane hat zum Zweck, die 164
Nahrungsmittel zum Theil zu ergreifen, die festeren Substanzen derselben

---

[1]) Eine Zusammenstellung der beobachteten Fälle von Selbstverbrennung giebt **B. Frank** de combustione spontanea corporis humani. Gottingae. 1841. 4.

zu zerbrechen und zu verkleinern, durch Reibung und andere Bewegungen mit den in reichlicherem Maaße ihnen zuströmenden abgesonderten Säften zu vermischen und gleichsam zu verkneten, das an einer Stelle nicht mehr Brauchbare fortzuschaffen (es nebenbei noch bisweilen in bestimmte Gestalten zu formen) und endlich aus dem Körper auszustoßen. Den Act des Ergreifens, des Zerkleinerns und der innigen Vermischung mit Speichel versehen die Gebilde der Mund- und der Rachenhöhle, die Weiterbeförderung in den Magen der Schlund und die Speiseröhre, das specielle Zerreiben mit dem Magensafte der Magen, die genauere Vereinigung mit der Galle und dem Bauchspeichel der Darm, vorzüglich der Zwölffingerdarm und die dünnen Gedärme, in welchen zugleich der Darmschleim mit den Speiseresten mehr oder minder in Contact gesetzt wird, die Uebertragung ihrer Secrete und die Fortführung der Kothmassen das System der dicken Gedärme und die Ausleerung der Excremente der Mastdarm mit der benachbarten Muskulatur des Dammes. Die letztere Thätigkeit bedarf dann noch der wesentlichen Unterstützung der vorzüglich bei der Athmung wirkenden Muskeln, so wie einzelner anderer Bewegungsapparate des Körpers.

Zu dem Ergreifen der Nahrungsmittel bedient sich der Mensch (wie einzelne Affen und viele andere Mammiferen) der Hände, während diejenigen Säugethiere, deren vordere Extremitäten nur zum Gehen bestimmt sind, diesen Act durch ihre Lippen und Zähne allein vollführen müssen. Menschen, die in späterer Zeit beide Arme verloren haben, gebrauchen meist, wenn sie sich nicht ihre Nahrung von einem Anderen in den Mund bringen lassen, die Lippen und die Zähne auf ähnliche Weise wie die genannten Säugethiere. Allein Individuen, die ohne Extremitäten geboren oder frühzeitig in ähnlicher Art verstümmelt worden sind, eignen sich durch Uebung eine solche Biegsamkeit, Beweglichkeit und Geschicklichkeit ihrer unteren Extremitäten an, daß sie ihre Füße gleich Händen überhaupt in Anspruch nehmen und selbst durch jene die Speisen ergreifen und in ihren Mund einführen können.

165 Bei festeren Nahrungsmitteln von größerem Umfange vermag natürlicher Weise nicht Alles auf einmal von der Mundhöhle aufgenommen zu werden. Wir lösen daher durch das sogenannte Abbeißen eine kleinere Parthie los, verarbeiten diese durch nachfolgendes Kauen und wiederholen alsdann den Act der Trennung von Neuem. Speisen kleineren Volumens können unmittelbar, wie dieses bei Flüssigkeiten natürlicher Weise immer der Fall ist, in die Mundhöhle geschoben oder geworfen werden. Der Act des Abbeißens selbst erfolgt dadurch, daß wir durch Niedersenkung des Unterkiefers zwischen den oberen und den unteren Zähnen eine Spalte erzeugen, in diese den zu verletzenden Speisetheil hineinbringen, ihn zugleich preliminär, so weit es angeht, mit den Lippen und dem Vordertheile der Zunge betasten, hierauf durch eine energische Zusammenziehung der beiden Temporales und Masseteres den Unterkiefer gegen den Oberkiefer mehr oder minder rasch und kraftvoll zurückziehen und so die Schneidezähne, gleich zwei einander entgegengestellten Messern oder Scheerenblättern, durch die Nahrungssubstanz hindurchführen. Wird dieses in der genannten Weise

vollendet, so bleibt der Bissen von selbst in der Mundhöhle hinter den Zähnen. Allein häufig senken wir nicht die Schneidezähne so tief ein, daß sich ihre Kronenflächen unmittelbar berühren, sondern bereiten nur beiderseits gehörig tiefe Einschnitte in das Speisematerial, fixiren es auf diese Art zugleich durch unsere Schneidezähne und vollenden den Act durch Abreißen, indem wir unsere die Speise haltenden Hände von dem Munde etwas entfernen. Wie bei dichteren Nahrungsmitteln, bei denen erst ein vorangehendes Abbeißen nicht nöthig ist, wird der in der Mundhöhle befindliche Bissentheil, sobald er nur nicht zu klein ist, durch die Zunge unter die Zähne zum Zerkauen befördert.

Das Kauen hat zum Zweck, Bissen von größerem Umfange mechanisch zu verkleinern und zu gleicher Zeit mit dem Mundschleime und dem Speichel in innigere Vermischung zu bringen. Diesen Dienst leisten zuvörderst von Festgebilden die Kiefer und die Zähne. Die letzteren bilden ein nothwendiges Supplement der ersteren. Bei zahnlosen Leuten ersetzt sich zwar die Thätigkeit der Zähne theilweise dadurch, daß nach dem Ausfallen der Wurzeln der letzteren die Alveolen verschwinden und die Alveolarränder der Kiefer mehr oder minder scharfkantig werden. Allein einerseits können selbst dann die mehr messerartig gebildeten Kieferränder bei ihrem Ueberzuge durch das weiche und sensible Zahnfleisch fast niemals sehr bedeutende Druckwirkungen ohne Schmerz ausüben. Anderseits sind natürlicher Weise ihre Effecte unvollständiger und zugleich einseitiger. Ihr Eingriff in die mechanische Constitution der Speisen kann dann fast nur mit dem Schneiden und Fixiren der Schneidezähne und höchstens noch in unvollkommener Beziehung mit dem Zerdrücken der Backzähne verglichen werden. Wir sehen daher, daß alte zahnlose Leute härtere Nahrungsmittel, wie z. B. Brotkrusten, gar nicht allein zu verzehren im Stande sind, und daß bei ihnen nicht selten Digestionsbeschwerden deshalb auftreten, weil sie sich von dem Genusse festerer Speisen abhalten lassen oder diese bei dem Zustande ihrer Kauwerkzeuge weniger verkleinern und daher auch schlechter verdauen. 166

Durch die Zähne hat uns zuvörderst die Natur mechanische Verkleinerungswerkzeuge, welche an ihren wirkenden freien Oberflächen von keinen weichen empfindlichen Theilen überzogen werden, deren sensible Elemente vielmehr in dem Innern ihrer Masse verborgen liegen, verliehen. Um aber ihre mechanischen Verrichtungen mit der gehörigen Energie ausüben zu können, mußten sie selbst einerseits eine sehr feste Substanz darbieten und anderseits in den Kiefern eine starke Fixirung erhalten, gleichwie zu bedeutenderen Kraftäußerungen bestimmte Messer, Pfriemen oder Bohrer aus härterem (nicht sprödem) Stahl zu verfertigen und in ihre Hefte tiefer und dauerhafter einzulassen sind. Die Festigkeit der Zähne wird dadurch erzielt, daß eine modificirte Knochensubstanz, die ächte Zahnsubstanz oder das Zahnbein, die Grundlage bildet. Während nun bei dem Menschen um den Wurzeltheil des Zahnes, vorzüglich um die in der Alveole verborgene Parthie eine dünne Schicht ächter Knochenmasse als Cäment herumgeht, wird der freie, zu den mechanischen Verrichtungen

des Kauens direct bestimmte Kronentheil des Zahnes von einem noch härteren Gebilde, dem Schmelze, überzogen. Wir können noch nicht angeben, warum die Natur die Zähne nicht unmittelbar nur aus harter Knochensubstanz entstehen läßt. Denn wenn auch alle wahren Knochen des Menschen äußerlich eine blutgefäß- und nervenreiche Beinhaut haben müssen, um sich zu erhalten, die Existenz eines solchen Periost aber das Kauen eben so schmerzhaft als zerstörend gemacht haben würde, so konnte doch eine Substanz nach Art der Knochenzähne oder der Hautknochen einzelner Fische auf taugliche Weise hergestellt werden. So viel aber wissen wir, daß Schmelz und Zahnbein in ihrer Existenz einander bedingen und daher wahrscheinlich bei dem Ernährungsprocesse in correspondirender Wechselwirkung stehen. Wo der Schmelz vollständig entfernt ist, geht auch bald die ächte Zahnsubstanz zu Grunde. Es wird der Zahn früher oder später hohl und cariös. Daher z. B. das Anfeilen der Zähne so häufig deren Untergang nur befördert. Durch seine Härte dient natürlicher Weise der Schmelz für die mechanischen Functionen der Zähne auf eine vortreffliche Weise. Allerdings ist zwar seine Substanz spröde und springt glasartig. Allein um diese mechanische Veränderung der Schmelzmasse hervorzubringen, bedarf es einer größeren Druckkraft, als für die meisten gewöhnlichen Fälle des Verkleinerns der Speisen erforderlich ist. Nur bei unvorsichtigem Aufknacken harter Nüsse, starker Kerne ereignet sich wohl, daß ein Stückchen Schmelz abspringt und so die nachfolgenden Zerstörungswirkungen des Zahnes verursacht. Dagegen zeigt auch die Schmelzmasse eine verletzbare Seite, von der wir noch nicht einsehen, weshalb sie nicht die Natur absolut abgehalten hat. Es besteht diese in der leichten Angreifbarkeit des Schmelzes durch Säuren, selbst durch diejenigen vegetabilischen Ursprunges und zwar schon in dem Concentrationsgrade, in welchem wir sie in den Früchten z. B. zu uns nehmen. Am deutlichsten sehen wir dieses nach dem Genusse von schwarzen Kirschen, Blaubeeren und ähnlichen pigmentirten Früchten. Die Zähne erhalten hierbei bald eine dunkelrothe bis blaurothe Färbung, weil durch die Pflanzensäure die sonst glatte Oberfläche des Schmelzes angegriffen und daher uneben gemacht wird. Deshalb haften dann die gefärbten Theile der genossenen Frucht nur intensiver an und lassen sich nicht leicht durch bloßes Abwaschen mit Wasser sogleich entfernen. Das Letztere müßte der Fall sein, wenn die Oberfläche des Schmelzes vollkommen glatt wäre. Der Nutzen der in diesem Falle gebräuchlichen Hausmittel, des Abreibens mit Essig, mit Citronensaft, ist leicht erklärlich. Durch diese Pflanzensäuren wird die jetzt an der Oberfläche befindliche unebenere, die fremde Substanz führende Schmelzschicht von Neuem theils mechanisch, theils chemisch entfernt. Die Zähne werden rein; sie haben aber durch den Hergang eine doppelte dünne Lage von Schmelz verloren. Offenbar hat die Natur dieser leichten Verletzbarkeit des Schmelzes in dem Stumpfwerden der Zähne durch Säuren einen instinctiven Wächter entgegensetzt.

Die feste Einkeilung der Zähne in ihren Zahnhöhlen wird um so nothwendiger, einer je größeren Druckkraft sie ausgesetzt werden sollen. Sie

bedingt auch natürlich eine größere Länge der Wurzel des Zahnes selbst. Daher finden wir, daß die Eckzähne am meisten die letztere Bedingung erfüllen und daß dann in dieser Hinsicht die Backzähne und nur zuletzt die Schneidezähne folgen. Halten wir uns vorzüglich an die Oberkiefer, so entspricht zugleich diese physiologisch nothwendige Größenverschiedenheit der verschiedenen Zähne anatomisch den Localitäten ihrer Einpflanzung. Denn zwischen dem Kieferrande und der Basis der birnförmigen Nasenöffnung haben wir die geringste Höhe, während für die Backzähne ein schon etwas größerer, für die Augenzähne aber der verhältnißmäßig bedeutendste, weder durch die Nasenhöhle, noch durch die Highmorshöhle genirte Raum übrig bleibt. Lockere Zähne, wie wir sie z. B. bei scorbutischer Dyscrasie, vor dem Ausfallen, bei dem Zahnwechsel antreffen, sind zu jeder bedeutenden Kraftanstrengung um so unfähiger, je kleiner ihre Kauflächen erscheinen.

Die drei Klassen von Zähnen, die Schneidezähne, die Eckzähne 167
und die Backzähne, haben ihre den verschiedenen äußeren Formen derselben entsprechende und von einander abweichende Specialthätigkeiten. Die Schneidezähne, welche nicht sowohl Kauflächen als Kauränder darbieten, wirken zunächst, wenn sie durch das senkrechte Hinaufführen des Unterkiefers gegen den Oberkiefer einander entgegenkommen, messerartig schneidend und dienen auch bei Integrität der übrigen Zähne mehr zum Abbeißen, als zu den ferneren Operationen des Kauens. Nur bei Mangel oder bei Krankheiten der Backzähne können sie diese theilweise dadurch ersetzen, daß sie durch häufiges Einschneiden die Speisen zerkleinern. Zugleich werden diese zwischen den Randtheilen der Schneidezähne, die meist in beiden Kiefern nicht genau in derselben Ebene zusammentreffen, sobald nur eine hinreichende Durchweichung der Nahrungsmittel Statt findet, schwach zerdrückt oder zerrieben. Nur in Ausnahmsfällen und mit mehr Gefahr ihrer Existenz können sie zu stärkerem Drucke, gleich den Eckzähnen, z. B. zum Aufknacken von Nüssen dienen.

Die Eckzähne sind bei der mehr spitzen Form ihrer Kronen zum messerartigen Zerschneiden in geringerem Grade geeignet, obgleich anderseits auch durch sie, wenn ihre Endspitzen quer abgestumpft sind und von hier schiefe Seitenflächen beiderseits emporlaufen, ein theilweises Einschneiden begünstigt wird. Je schärfer sie dagegen auslaufen, um so tauglicher erscheinen sie, gleich spitzen Nägeln, durch Druck zu zersprengen oder einzudringen und zu fixiren. Sie wirken daher häufig zum Zerdrücken harter Gegenstände, wie zum Aufknacken von Nüssen, Pflaumenkernen u. dgl., oder zu stärkerer Fixation fester Speisen, die man dann durch entgegenstrebende Bewegungen der Hände zerreißen will, wie z. B. bei dem von ungebildeteren Leuten oft geübten Zerreißen des zähen Schinken, der Sehnen, des Nackenbandes. Es ergiebt sich aber auch hieraus, daß man daher z. B. bei dem Abbeißen von härteren Früchten bisweilen zu den Eckzähnen statt zu den Schneidezähnen seine Zuflucht nehmen kann.

Die Backzähne endlich erhalten durch ihre Größe, ihre mehrfachen Wurzeln und die bedeutendere Breite und Unebenheit ihrer Kauflächen

mannigfache Vortheile. Werden sie senkrecht gegen einander gedrückt, so üben sie durch ihr Volumen, verbunden mit ihrer breiteren Druckfläche eine größere Kraft aus und können zugleich in demselben Momente eine bedeutendere Menge zerquetschen. Werden sie nahe an einander liegend horizontal bewegt, so können sie, ähnlich, jedoch unvollkommener, wie die Mahlsteine das Mehl, die Speisen zerreiben. Diese letztere Art von Thätigkeit, welche bei einzelnen Thieren, z. B. den Wiederkäuern, in so hohem Grade auftritt, ist bei dem Menschen nur auf sehr untergeordnete Weise in Wirkung gesetzt. Hier concentrirt sich vielmehr die Hauptarbeit der Backzähne auf die Ausübung des senkrechten Druckes. Offenbar sind auch die Kauflächen der menschlichen Backzähne vorzugsweise für die perpendiculäre Wirkung und eine nur schwache horizontale Verschiebung gebildet, da ihre Vertiefungen verhältnißmäßig bedeutender, einfacher und weniger auf eine horizontale Bewegung, als auf gegenseitiges Ineinanderpassen bei senkrechtem Anschlagen berechnet sind. Die meistentheils Statt findende Anordnung, daß die Backzähne des Oberkiefers etwas mehr nach außen als die des Unterkiefers stehen, scheint vorzüglich den Nutzen zu haben, daß die zerdrückten Speisefragmente leichter nach innen gegen die Zunge hin als nach außen nach der Wange zu ausweichen. Bei den Schneidezähnen der beiden Kiefer dagegen, wo eine solche Nebenrücksicht weniger nothwendig wird, sehen wir auch nach Verschiedenheit der Individuen und oft nach der der Stämme und der Racen bald die obere, bald die untere Reihe etwas mehr hervortreten und zugleich hierbei eine senkrechtere bis schiefere Stellung annehmen.

Die Verschiedenheiten der Zahnbildung, welche wir bei einzelnen Menschen und vorzüglich bei den Säugethieren vorfinden, erläutert auf eine sehr anschauliche Weise, wie die Natur nicht nur die zweckmäßigsten Mittel zur Befriedigung der natürlichen Bedürfnisse eines jeden Individuums schafft, sondern ihren allgemeinen Plan der Organisation stets so anlegt, daß sie durch geringe Veränderungen sogleich eine bestimmte Specialabsicht zu realisiren vermag. Bei dem Menschen, der zu gemischter Nahrung, zu pflanzlicher, wie thierischer, wenn ich mich so ausdrücken darf, zu einer Art von Juste milieu in der Wahl seiner Nahrungsmittel angewiesen ist, sind auch alle drei Arten der Zähne gleichförmig vorhanden. Keine tritt besonders hervor, und selbst in ihrer gegenseitigen Stellung bilden die verschiedenen Zähne gewisse allmälige Uebergänge in einander. Dadurch, daß die Eckzähne oft nach unten nicht spitz, sondern mehr in dreikantige Flächen auslaufen, erinnern sie ihrer Form, wie ihrer Thätigkeit nach in gewisser Beziehung an schneidezahnartige Bildungen. Allein gerade dieses Verhältniß ist bei verschiedenen Individuen sehr verschieden. Bald zeigt es sich deutlich ausgesprochen. Bald fehlt es, indem die Eckzähne spitz auslaufen und zugleich auf eine an Affenbildung entfernt erinnernde Weise durch ihre größere Länge vor den Schneide- und Backzähnen etwas hervortreten. Bei den Backzähnen finden wir ein allmäliges Fortschreiten in Größe, Ausbildung und Thätigkeit von vorn nach hinten. Nach der verschiedenen Entwickelung ihrer Zahnbildung bedienen sich auch verschiedene Individuen verschiedener Zähne, um dieselben Verrichtungen hervorzurufen. Ein Mensch, der z. B. starke spitze Eckzähne hat, ist eher geneigt, durch diese Nüsse zu knacken, während dasselbe Geschäft von einem Anderen durch die Backzähne vollführt wird.

Bei den verschiedenen Säugethieren gehen die bedeutendsten Unterschiede dadurch hervor, daß einzelne Arten ihrer Zähne zu bestimmten Zwecken eine große eigenthümliche Ausbildung erhalten, während andere weniger verändert, oder sogar als überflüssig und hinderlich verdrängt werden. Um nur einige nahe liegende Beispiele von Haussäugethieren anzuführen, so werden bei Nagern, wie bei den Kaninchen, zwei Schneidezähne vorzüglich entwickelt und behufs der Kraftausübung, die ihnen obliegt, besonders vergrößert

und verlängert. Um Platz zu gewinnen, um diese Zähne gleich Messern in lange Hefte einzulassen, führt sie die Natur in einem mehr horizontal gelegenen Bogen am Oberkiefer unter der Nasenhöhle, am Unterkiefer in der Vorderparthie des horizontalen Theiles desselben hin. Damit aber hierfür kein Hinderniß entstehe, müssen die beiden äußeren Schneidezähne und die Eckzähne geopfert werden und fehlen daher. Bei ihnen, wie bei anderen Pflanzenfressern, z. B. dem Rinde, würde bei dem Widerstande, welchen die zum Theil verholzten pflanzlichen Nahrungsmittel leisten, der bloße Druck durch die Backzähne zu einer genügenden Verkleinerung nicht hingereicht haben. Es wird hier ein Zermahlen nothwendig. Dieses erfordert aber eine horizontale Bewegung der Backzähne gegen einander. Die letzteren sind deshalb bei allen Pflanzenfressern nicht nur so gebaut, daß jenes Bedürfniß realisirt werden kann, sondern daß auch der Grad und die Leichtigkeit der mahlsteinartigen Bewegung der Beschaffenheit der natürlichen pflanzlichen Nahrungsmittel des Geschöpfes genau entspricht. Wir finden daher jene Forderung in beschränkterem Grade bei dem Pferde und dem Kaninchen, als bei dem Rinde erfüllt. Der Fleischfresser endlich, wie z. B. der Hund, bedarf zum Zerreißen des rohen zähen Fleisches, zum Zerbröckeln der harten Knochen stärker hervortretender Eckzähne. Seine Backzähne brauchen weniger zu zermahlen, als gleich spitzen Instrumenten ferner zu sondern und zerdrücken; daher sie auch pyramidale, neben einander eingreifende Zacken erhalten.

Die Güte und Festigkeit der Zähne hängt, abgesehen von ihrer Einfügung, von der geeigneten Beschaffenheit ihres Zahnbeines und vorzüglich ihres Schmelzes ab. Obgleich der letztere von einzelnen Forschern als eine Art von eigenthümlicher Mittelbildung zwischen Knochen und Horn betrachtet wird, so setzt die gute Entwickelung des letzteren doch keineswegs eine befriedigende Beschaffenheit der Zahnsubstanzen voraus. Menschen, die sehr üppigen und schönen Haarwuchs haben, können sehr schlechte Zähne und umgekehrt besitzen. Wie dagegen die Knochen durch skrophulöse, syphilitische Dyscrasie u. dgl. leicht entarten, so zeigt sich auch ein ähnlicher Einfluß solcher Leiden auf die Verhältnisse der Zähne. Schlechte Zahnbildung und Rhachitis gehen meist parallel. Umgekehrt dagegen haben häufig Individuen, welche zu florider Lungenschwindsucht geneigt sind, ausgezeichnet schöne Zähne.

Aus den schon oben angeführten Gründen konnte an der äußeren Oberfläche der Zähne kein weicherer Theil, in welchem sich die ernährenden Blutgefäße verbreiteten, existiren. Es wurde daher das Zahnsäckchen in das Innere des Zahnes versetzt. Hier entwickeln sich dann die Capillaren der Zahnarterien und Zahnvenen, um den Ernährungsstoff des Zahnes zuzuführen. Die neben ihnen auftretenden sehr reichlichen Nervenplexus, welche von sensiblen Nerven, im Oberkiefer fast durchgehend vom zweiten, in dem Unterkiefer von dem dritten Aste des dreigetheilten Nerven stammen, scheinen abgesehen von dem Einflusse, den sie vielleicht auf die Ernährung des Zahnes ausüben, vorzüglich deshalb vorhanden zu sein, damit sie als instinctive Wächter z. B. bei dem Stumpfwerden der Zähne dienen und hier die durch das erschwerte Durchdringen durch die Zahnmasse, vorzüglich den Schmelz, so sehr gedämpften schädlichen Einwirkungen sogleich kund geben. Ob wir aber ein zwischen die Zähne gekommenes Sandkorn nur durch die Zahnnerven fühlen oder nicht, steht dahin. Indem jedoch eine so große Sensibilität des Zahnsäckchens nothwendig wurde, entstand freilich der Nachtheil, daß die Zahnschmerzen zu den empfindlichsten, welche uns bei den gewöhnlicheren Leiden zustoßen, gehören.

Die Kiefer des Menschen sind ebenfalls, besonders durch ihre Gelenk- 168 einrichtung, vorzugsweise auf eine senkrechte und eine bedingte horizontale, von hinten nach vorn und von außen nach innen gerichtete Bewegung berechnet. Zunächst ist nur der Unterkinnlade eine emancipirte Ortsveränderung möglich, während der Oberkiefer in seinen Stellungen von denen des ganzen Kopfes abhängt. Er bildet daher immer den fixirteren Theil, gegen welchen hin oder von welchem hinweg der Unterkiefer bewegt wird. Der quere Gelenkkopf des letzteren, welcher bei geschlossenem Munde in der Kiefergelenkgrube des Schläfenbeines in der Regel mehr nach vorn liegt, scheint in horizontaler Richtung etwas leichter von vorn nach hinten als von außen nach innen verschiebbar zu sein. Die flache Gelenk-

grube selbst macht aber ein leichtes Ausweichen möglich. Daher nicht selten schon bei Gesunden ein angestrengtes Beißen ein geringes Ueberschnappen der Art zur Folge hat, während Personen, die sich den Unterkiefer einmal verrenkt haben, nach der Wiedereinrichtung desselben durch unvorsichtige Bewegungen ihr altes Leiden wieder erhalten können. Umgekehrt ist aber auch der Eintritt in die Gelenkhöhle hierdurch sehr begünstigt, so daß z. B. mehrfache Beispiele existiren, wo ein luxirter Unterkiefer in Folge einer Ohrfeige seinen alten Platz einnahm. Diese Verhältnisse werden noch durch die Schlaffheit des inneren Seitenbandes begünstigt. Der elastische platte Zwischenknorpel, welcher in dem Kiefergelenke angebracht ist, dient offenbar zur Vermehrung der Beweglichkeit und zur Milderung und Regulirung des Druckes bei stärkeren Anstrengungen des Beißens oder Kauens.

169 Die Senkung des Unterkiefers, wie sie als vorangehender Act des Essens erscheint, erfolgt wahrscheinlicher Weise nicht bloß dadurch, daß nur die Kaumuskeln erschlaffen und die untere Kinnlade ihrer Schwere nach herabfällt, sondern auch durch die Thätigkeit der Digastrici maxillae inferioris, so wie vielleicht der Mylohyoidei und Geniohyoidei, welche dann durch das Zungenbein fixirt werden. Das senkrechte Hinaufziehen des Unterkiefers bei dem Kauen können die vier Paare der Kaumuskeln, die Temporales, Masseteres, Pterygoidei externi und interni übernehmen. Die rein senkrechte Bewegung versehen die Temporales, welche gewissermaßen die vorzüglichsten Kaumuskeln bilden, die aber auch zugleich das weiter nach vorn und unten gerückte Köpfchen des Unterkiefers in die Gelenkgrube zurückschieben, und die Masseteres, welche jedoch auch schon vielleicht durch ihre äußeren Portionen eine geringe horizontale Verschiebung nach vorn, durch ihre inneren Abtheilungen eine solche nach hinten verursachen können. Die beiden Paare von Pterygoidei, vorzüglich die externi, ziehen bei gleichzeitiger Contraction die Kiefer an einander, schieben sie aber zugleich etwas nach vorn. Durch mehr einseitige Thätigkeit wenden sie die Unterkinnlade nach der entgegengesetzten Seite hin — eine Function, die jedoch bei dem normalen Kauen, wenigstens von mäßig großen Bissen, nicht sehr in Anspruch genommen zu werden scheint.

Durch das gegenseitige Spiel der genannten abwechselnden Bewegungen des Unterkiefers gegen den Oberkiefer werden natürlich die schneidenden und kauenden Flächen der Zähne an einander gebracht und wieder von einander entfernt. Offenbar aber befinden sich gerade die Kaumuskeln in sehr günstigen Verhältnissen, um alle ihre Wirkungen möglichst ungeschmälert hervortreten zu lassen. Besitzt ein Muskel einen starken Antagonisten, so wird ein großer Theil seiner Thätigkeit dadurch aufgezehrt, daß ein gewisses Quantum seiner Kraft zur Ueberwindung seines Gegenfüßlers verbraucht wird. Nur die überschüssige Menge von Effect kann frei hervortreten. Da nun aber die Kaumuskeln nicht nur an und für sich verhältnißmäßig groß sind, sondern auch bloß schwächere und beweglichere Antagonisten besitzen, so werden sie auf diese Art geschickt gemacht, fast das ganze Quantum ihrer Energie auf ihre Kauthätigkeit überzutragen.

Diese kann daher dann so stark werden, daß sie, wenigstens nach älteren Angaben, eine Druckkraft von 200 bis 300 Pfd. erreicht.

Damit die Kiefer für die Verkleinerung der Speisen auf zweckmäßige 170
Weise gebraucht werden können, dient vorzüglich die Zunge als Regulator. So wie nämlich nach dem Abbeißen ein Fragment einer festeren Speise durch die Schneidezähne losgetrennt worden, wird es, wenn es noch ein größeres Volumen hat, zunächst von der Zungenspitze von Neuem unter die Vorderzähne zur abermaligen messerartigen Durchschneidung geschoben. Die Lippen schließen sich hierbei, verhindern so das Heraustreten der Bruchstücke aus der Mundhöhle und helfen sie sogar später, nachdem sie zerkleinert worden, wiederum nach der Zunge hinschieben. Unter Mitwirkung des freien Theiles der Zunge werden sie dann zwischen dieser und dem Gaumen weiter gefördert. Sind die Speisetheile kleiner und bedürfen sie keines weiteren Zerkauens, so gleiten sie, durch entsprechende Partial- und Totalbewegungen der Zunge unterstützt, nach dem Isthmus faucium hin. Haben sie dagegen noch das fernere Zermalmen nöthig, so werden sie theils durch Andrücken der Zungentheile gegen den harten Gaumen, vorzüglich aber durch selbstständige Bewegungen, insbesondere der freien Parthieen der Zunge unter die Backzähne gebracht und gelangen dann theils schon von selbst, theils unterstützt durch die Wangen und die Zunge wieder nach innen, um nach dem Isthmus faucium einzutreten.

Bei den bei dem Kauen in so großer Mannigfaltigkeit zum Vorschein kommenden Bewegungen der Zunge treten zunächst alle Faserrichtungen des Zungenmuskels zu verschiedenen Zeitmomenten in Thätigkeit. Der Lingualis longitudinalis superior trägt zu ihrer Verkürzung bei und biegt zugleich die Zungenspitze nach hinten und oben um. Der Lingualis longitudinalis inferior vereinigt mit der Verkürzung die Biegung nach vorn und unten, während der Lingualis transversus die convexe Erhebung der Rückenfläche, so wie die Verlängerung und Zuspitzung der Zunge bewirkt. Außerdem bedingen die Genioglossi die Ausstreckung, die Hyoglossi und Styloglossi die Zurückziehung, die Hyoglossi in Verbindung mit der partiellen Thätigkeit des Lingualis die Verbreiterung und Verkürzung, so wie bei mehr isolirter Wirkung das Hinabtreten der Zunge gegen den Boden der Mundhöhle, die Styloglossi mit Unterstützung eines Theiles des Lingualis die Erhebung nach oben gegen den harten Gaumen hin, endlich die Styloglossi und Genioglossi in Verbindung mit dem Lingualis transversus die mehr bei dem Trinken ausgeführte Aushöhlung der Zunge (Krause u. Theile). Einseitige, so wie hin- und hergehende Bewegungen derselben werden natürlich durch die beschränkte oder abwechselnde Contraction der einen Seitenhälfte dieser Muskulatur bedingt.

Bei dem Genusse minder voluminöser oder schon von vorn herein ver- 171
kleinerterer Nahrungsmittel, bei denen das Kauen überflüssig ist, werden die Speisen auf irgend eine Art, durch unmittelbares Ergreifen, durch Einziehen, Hineinwerfen und ähnliche Vorgänge in die Mundhöhle gebracht und durch mannigfaltige Zungenbewegungen, welche besonders gegen den einen passiven Widerstand leistenden harten Gaumen gerichtet sind, wei-

ter befördert. Bei dem **Trinken** bedienen wir uns zum Theil ähnlicher Proceduren. Da jedoch die Flüssigkeiten, besonders wenn zugleich entsprechende Stellungen und Bewegungen des Kopfes begünstigend wirken, leichter von selbst hinabgehen und der Unterstützung des Fortdrückens in geringerem Grade bedürfen, so wird hier oft die Zunge nicht partiell oder total gehoben, sondern im Gegentheil löffelartig ausgehöhlt, um eine Art von häufig schief gerichteter Rinne, in welcher die Getränke nach dem Racheneingange hinfließen, darzubieten.

Die Art der Einführung der flüssigeren Nahrungsmittel kann aber auf sehr verschiedene Weise erfolgen. Die meisten hier in Betracht kommenden Vorgänge lassen sich auf zwei verschiedene Principe reduciren. Entweder bedingt man von außen her die Ortsbewegung der Flüssigkeit. Man neigt sie so, daß sie von selbst einströmt, man gießt oder wirft sie selbst hinein. Oder man erweitert den Mundhöhlenraum, indem man den Eintritt der Luft von der Nasenhöhle aus durch die Choanen vermittelst der Thätigkeit des weichen Gaumens verhindert, die Zunge hinabdrückt, die Wangen mitwirken läßt und einen möglichst vollständigen Verschluß durch die Lippen erzeugt. Hierdurch wird dann ein luftverdünnter Raum bereitet. Durch die Anziehungsthätigkeit, welche diesem nach den Gesetzen der gegenseitigen Ausgleichung des Druckes eigen ist, schlürft oder saugt man auf diese Art die Flüssigkeit ein. Die Function des weichen Gaumens besteht hier besonders darin, daß die Musculi glossopalatini auf die vorderen Gaumenbogen sphincterartig wirken. Diese treten daher vorhangartig gegen einander und senken sich, indem die Lücke zwischen ihnen durch das Zäpfchen ausgefüllt wird, gegen die Zungenwurzel hinab. Es entsteht so eine mehr senkrechte oder wenigstens nach unten sich hinabziehende Scheidewand, die mit dem horizontalen Septum, das während des Schluckens durch die hinteren Gaumenbogen erzeugt wird, nicht zu verwechseln ist. Man sieht leicht, daß bisweilen auch eine Combination beider oben erwähnten Principe bei dem Trinken in Ausführung gebracht werden kann.

Die auf einem Saugmechanismus beruhende Art des Trinkens setzt natürlicher Weise voraus, daß die Mundhöhle allseitig geschlossen werden könne. Sie wird durch jede Unterbrechung des Zusammenhanges gehindert oder selbst aufgehoben. Deshalb hat auch das Saugen bei Kindern, welche größere Hasenschartenspalten oder selbst überdies noch einen einfachen oder doppelten Wolfsrachen (Spaltung des harten Gaumens an einer oder beiden Seiten), bei Menschen, welche durchdringende größere Wangenwunden, ausgedehnte Zerstörungen des weichen Gaumens haben u. dgl., viele Schwierigkeiten. Das Gleiche zeigt sich, sobald die deshalb vorauszusetzenden Muskelthätigkeiten, wie bei Paralysen des **N. facialis**, des **N. hypoglossus**, gelähmt sind.

172 Mit dem **Kauen** verbinden sich noch zwei andere Nebenzwecke, nämlich **eine größere Intensität der Einspeichelung und die Möglichkeit einer genaueren Prüfung durch das Geschmacksorgan.** So wie wir Nahrungsmittel empfangen oder selbst nur durch unsere Sinne, vorzüglich das Gesicht oder den Geruch, wahrnehmen, häuft sich im Munde eine größere Menge von Mundschleim und vorzüglich von Speichel an. Diese Flüssigkeiten werden, abgesehen von ihren chemischen Eigenschaften,

schon zur bloßen Durchweichung um so nothwendiger, je härter, trockener und größer die Speisebissen waren, damit so jeder mechanisch reizenden schädlichen Einwirkung bei dem nachfolgenden Hinabschlucken vorgebeugt werde.

Durch das Kauen und durch die mannigfachen Bewegungen, welche die Fragmente der Nahrungsmittel bei diesem Processe auf passive Art machen, erfolgt eine innige Durchtränkung derselben mit jenen Mundflüssigkeiten, gleichwie wir, um einen festeren Körper schneller mit Wasser zu imprägniren, denselben zerstoßen und das Ganze dann mit der Flüssigkeit umrühren. Zu gleicher Zeit entsteht aber hierdurch ein wesentlicher Vortheil für das Schmecken. Unsere Zunge giebt nur dann specifische Geschmacksempfindungen, wenn die schmackbaren Körper aufgelöst sind. Bei den Getränken findet diese Bedingung zum Theil von selbst statt. Für feste Nahrungsmittel, die nicht genug Wasser enthalten, dienen in dieser Hinsicht Mundschleim und Speichel als Surrogate. Durch das Kauen wird aber sowohl wegen der mechanischen Verkleinerung, als wegen der größeren Dauer des Aufenthaltes die Möglichkeit der Auflösung begünstigt. Indem die Zunge als wesentliches actives Beförderungsorgan des Kauens dient, findet sich dadurch zugleich eine häufigere Veranlassung, daß die durchweichten Speisetheile mit ihr und vorzüglich mit ihrer hinteren Parthie in Berührung kommen und auf diese Art leichter und genauer geschmeckt werden. Wir werden uns daher auch im Allgemeinen des Geschmackes von Speisen, die wir zerkaut haben, deutlicher bewußt und behalten ihn länger im Munde, als dieses bei anderen Nahrungsmitteln der Fall ist. Natürlicher Weise gilt dieses aber nur von den quantitativen, nicht von den Intensitätsmomenten der verschiedenen Geschmacksempfindungen.

Es ergiebt sich hieraus von selbst, daß Zungenlähmung unter gewissen Verhältnissen auch die Geschmackempfindung dumpfer zu machen im Stande ist. Wollen wir festere Körper weniger schmecken, so vermeiden wir auch das Kauen. Wir werfen daher z. B. mit Wasser vermischte Pillen so tief als möglich in die Mundhöhle hinein und neigen dabei unwillkürlich den Kopf nach oben und vorn, damit sie sogleich theils durch den Wurf, theils durch ihre Schwere in die Schlingwerkzeuge gerathen.

Die in die Mundhöhle gebrachten und dazu geeigneten Nahrungsmittel 173
müssen, um in den Magen zu gelangen, durch das Hinabschlingen von dem hinteren Theile der Zunge aus durch den Schlund und die Speiseröhre weiter befördert werden. Sie haben hierbei zunächst den Isthmus faucium zu passiren. Da aber in der Nähe von diesem die großen Ausgangsöffnungen der Nasenhöhle, die Choanen, etwas entfernter die Rachenmündungen der beiden Eustachischen Trompeten und ganz in der Nachbarschaft die Stimmritze liegen, so mußten Vorsichtsmaßregeln getroffen werwerden, damit die halbfesten oder flüssigen Speisetheile ihren wahren Weg in die untere Parthie des Schlundes finden und sich nicht durch jene zu anderen Zwecken bestimmten Mündungen in die Nasenhöhle, die Eustachischen Trompeten oder den Kehlkopf und die Luftröhre verirren.

Die Oeffnungen der Eustachischen Trompeten erfordern so gut als gar keine Vorrichtung, um den Durchtritt fester Nahrungsmittel durch sie zu

verhindern. Ihre geringe Größe, die Schiefheit ihrer Stellung, die Höhe ihrer Lage, die Festigkeit und Unbeweglichkeit der von ihnen sich fortsetzenden Wandungen machen es fast unmöglich, daß consistentere und selbst flüssige Nahrungsmittel in sie eintreten können. Ueberdies verhindert auch der für die Abschließung der Choanen und des obersten Theiles des Schlundes berechnete Mechanismus des weichen Gaumens jeden durch die Rachenöffnungen bedingten möglichen Uebelstand der Art. Bei dem Verschlucken von Luft dagegen, in welchem Falle auch zugleich ein Theil des in dem Pharynx befindlichen Gases nach allen Seiten hin gedrängt wird, gelangt in der That eine Parthie in die Eustachischen Trompeten und von da in die Trommelhöhlen. Dieses wird durch ihr Anschlagen an die Trommelfelle und die Ausdehnung der letzteren deutlich empfunden.

Complicirter gestalten sich die Verhältnisse der Stimmritze. Diese verengert sich zwar, wie directe Versuche an Thieren lehrten, im Momente des Herabschlingens (Magendie). Allein selbst bei Lähmung der Kehlkopfmuskeln, welche zu diesen Metamorphosen der Glottis beitragen, oder bei künstlichem Aufsperren der letzteren vermag das Schlucken ohne Störung zu erfolgen (Longet). Der Abschluß der Nahrungsmittel von der Luftröhre kann daher nicht durch die Thätigkeit der Stimmritze allein bewirkt werden. Das Hauptorgan bildet vielmehr in dieser Hinsicht die Epiglottis, welche sich gleich einem Deckel nicht nur über die Oeffnung der Glottis, sondern auch über die Schlundmündung des Kehlkopfes hinüberlegt. Die Speisen können alsdann auf diese Weise über der geneigten Ebene der oberen Fläche der Epiglottis dahingleiten. Zugleich erzielt hierdurch die Natur den Vortheil, daß die reizenden Substanzen, welche so häufig in den Nahrungsmitteln enthalten sind, die äußerst empfindliche Nachbarschaft der Stimmritze nicht afficiren. Dem Ueberklappen des Kehldeckels liegt daher eine doppelte, zu einem und demselben Endziele führende Absicht zum Grunde.

Diese Bewegung des Kehldeckels ist zunächst, wenigstens theilweise, eine rein mechanische Folge der übrigen Momente des Schlingens. Denn einerseits schiebt in diesem Augenblicke die Zungenwurzel die Epiglottis nach hinten, während anderseits Pharynx und Kehlkopf gehoben werden und so die Schlundöffnung des letzteren und der Kehldeckel einander wechselseitig entgegenkommen. Hierbei sollen vorzüglich der Constrictor faucium inferior und die Palatopharyngei thätig sein (Longet). Außerdem aber wird jenes Ueberklappen des Kehldeckels durch die Zusammenziehung der beiden Reflectores epiglottis, welche zugleich durch jene Hebungsbewegungen in ihrer Wirkung unterstützt wird, vermehrt und vervollständigt. Der Druck des Speisebissens selbst wirkt hier nicht mit. Denn directe Beobachtungen, welche an einem mit einer offenen Halswunde versehenen Menschen angestellt worden, lehrten, daß das Ueberklappen des Kehldeckels schon erfolgt, bevor noch die Speisen zu ihm gelangen (Noeggerath).

Die Rolle, welche die Bewegung des weichen Gaumens bei dem Hinabschlingen übernimmt, ist erst in neuerer Zeit auf vollkommenere

Weise erkannt worden (Dzondi)[1]. Früherhin glaubte man, daß er sich nach hinten und oben umschlage und so die Choanen, nicht aber zum Theil die oberste Parthie des Pharynx abschließe. Allein daß diese Vorstellung der Wahrheit nicht entspreche, können wir an uns selbst sehen, wenn wir vor dem Spiegel bei geöffnetem Munde und niedergedrückter Zunge Schlingversuche vornehmen. Noch deutlicher wird dieses durch die Untersuchung anderer Individuen.

Lassen wir einen Menschen den Mund so weit als möglich öffnen und drücken die Zunge durch einen aufgelegten Löffelstiel nieder, so sehen wir, daß in der Regel in dem Momente der Ruhe die hinteren Gaumenbogen etwas weiter nach innen als die vorderen stehen. Beide gleichen jederseits zwei ungefähr concentrischen Spitzbogen. Die zwischen ihnen nach unten befindlichen Mandeln sind dann entweder noch ganz verdeckt oder kommen nur zu einem geringen Theile zum Vorschein. Bei den unwillkürlichen Gegenanstrengungen, welche nicht selten schon bei diesem einfachen Versuche erfolgen, erscheint das Zäpfchen selten ruhig und schlaff. Bei einzelnen Personen verkürzt es sich, wird dadurch etwas dicker und krümmt sich zugleich nach vorn und oben. Bei Anderen schwankt es nach vorn oder nach hinten und legt sich in letzterer Richtung dergestalt hinüber, daß es nur zum Theil oder wohl auch gar nicht mehr gesehen werden kann.

Läßt man nun den Menschen Schluckbewegungen machen, so zeigt sich als beständigeres Resultat, daß die hinteren Gaumenbogen, gleich vorgeschobenen Coulissen eines Theaters (Kobelt), weiter nach innen gegen einander rücken. Auf diese Weise entsteht dann eine Art von Scheidewand, welche die Oeffnungen der Choanen und den obersten Theil des Pharynx mit den Rachenmündungen der Eustachischen Trompeten mehr oder minder abschließt. Bei dieser künstlichen und genirten Art des Schluckens aber kommen die hinteren Gaumenbogen in der Regel nicht so weit an einander, daß ihre freien Innenränder einander berühren. Es bleibt vielmehr zwischen ihnen eine größere oder kleinere Spalte übrig. Der Abschluß erscheint daher in diesem Falle unvollständig. Der Grund dieser Unvollkommenheit liegt darin, daß durch das nothwendige Niederdrücken der Zunge die Hebung des Schlundes und des Kehlkopfes vermindert oder aufgehoben wird. Bei dem freien natürlichen Schlingen dagegen fällt dieses Hinderniß von selbst hinweg.

Gleichzeitig mit dieser Bewegung der hinteren Gaumenbogen kommen auch die Tonsillen freier und zwar um so mehr, je entwickelter sie sind, zu Tage. Bei Personen mit umfangreicheren Mandeln erblickt man dann die gesammte oder fast die ganze nach vorn und nach innen gekehrte Oberfläche derselben. Wo sie dagegen eine geringere Ausbildung besitzen, nimmt man nur ihre inneren und unteren Theile wahr. Auch dieser Umstand beruht auf einer bestimmten Endabsicht. Die Mandeln nämlich führen im Normalzustande in ihren Bälgen und auf ihrer Oberfläche eine große Menge des von ihnen abgesonderten Schleimes, welcher sonst zwischen

[1] K. H. Dzondi die Functionen des menschlichen Gaumens. Halle. 1831. 4.

den Gaumenbogen verborgen liegt. Dadurch aber, daß sie an der beengten Stelle des Isthmus faucium im Momente des Schlingens frei hervortreten, muß der durchgezwängte Bissen den oberflächlichen Schleim mechanisch abstreifen. Er wird sich daher mit einem Schleimüberzuge mehr oder minder bedecken, auf diese Art äußerlich glatter werden und später mit größerer Leichtigkeit längs des Schlundes und der Speiseröhre hinabgleiten.

Die vorderen Gaumenbogen werden während jenes künstlichen Schlingens, wie es das Ansehen hat, länger. Vorzüglich aber verschmälern sie sich und begünstigen so die Entblößung der Tonsillen. Das Zäpfchen dagegen zeigt in diesem Falle bei verschiedenen Personen sehr mannigfaltige Verhältnisse. Bei einzelnen Individuen vibrirt es auf eine unregelmäßige und offenbar sehr unsichere Weise. Bei Anderen tritt es sogar nach vorn hervor. Bei Manchen endlich versteckt es sich gänzlich, und es gelingt dann bisweilen deutlich wahrzunehmen, wie es sich nach hinten wendet, um die obere Lücke zwischen den vorgezogenen hinteren Gaumenbogen auszufüllen. Nicht selten krümmt es sich dann sogar nach hinten und oben.

Die Scheidewand, welche auf diese Art vorzüglich durch die hinteren Gaumenbogen und zum Theil durch das Zäpfchen gebildet wird, steht zwar bei dieser Art des Experimentirens, selbst wenn der Kopf ganz senkrecht gehalten wird und in keiner Beziehung nach hinten überneigt, schiefer von vorn und oben nach unten und hinten, als dem Zustande der Ruhe der Gaumenbogen entspricht. Allein sie bildet dann immer noch eine mehr oder minder geneigte Ebene und geht stets unter einem bedeutenderen Bogen in den harten Gaumen über.

Die eben geschilderte, an sich, oder noch besser an anderen gesunden Individuen vorgenommene Untersuchungsweise kann immer nur ein unvollkommenes Bild, wie hier im Normalzustande der Proceß des Schlingens eingeleitet werde, liefern. Denn das unvermeidliche Herabdrücken der Zunge, das genirte oder verhinderte Aufsteigen des Schlundes und des Kehlkopfes, die krampfhafte Reizung, welche durch den Versuch nothwendig bewirkt wird und das unumgängliche bloß leere Schlucken verändern den ganzen Hergang in bedeutendem Maaße. Um eine vollkommen klare Anschauung desselben zu erlangen, dienen am besten Personen, bei welchen in Folge einer Wunde die thätigen Theile des weichen Gaumens bloßgelegt sind und unmittelbar beobachtet werden können [1]).

An einem Manne, welcher in Folge der Ausrottung einer Nasengeschwulst in diese Kategorie gehörte, zeigte sich zunächst, daß der weiche Gaumen im ruhenden Zustande schief, nicht aber senkrecht herabhing. Von oben her sah man dann zwischen dem hinteren Rande des harten Gaumens und der Hinterwand des Pharynx eine Art eigenthümlicher Vertiefung. Während eines mäßigen Grades von Schluckbewegungen hob sich der weiche

---

[1]) Untersuchungen der Art geben F. H. Bidder neue Beobachtungen über die Bewegungen des weichen Gaumens und über den Geruchssinn. Dorpat. 1838. 4. Kobelt in Froriep's neuen Notizen 1840. Nr. 345. S. 220. und C. E. Noeggerath de voce, lingua, respiratione, deglutitione observationes quaedam. Bonnae. 1841. 4.

Gaumen dergestalt, daß er eine die Ebene des hartem Gaumens horizontal nach hinten verlängernde Platte bildete und sich sogar mit seinem Mitteltheile nach oben etwas emporstellte. Der hintere Randtheil setzte sich mit einer Wölbung in die Hinterwand des Pharynx fort und bot in seiner Mitte eine durch das Zäpfchen bedingte Erhabenheit dar. Bei stärkerem Schlingen aber wurde er gänzlich ausgeglichen. Die weiche Gaumenplatte berührte alsdann die Hinterwand des Schlundes unter einem deutlichen rechten Winkel, und das Zäpfchen glitt auf dieser hin und her (Bidder). Bei einem anderen Individuum, welches eine große offene Halswunde dicht oberhalb des Kehlkopfes darbot, zeigte sich ebenfalls, daß sich während des Niederschluckens die vorhangartig zusammentretenden hinteren Gaumenbogen an die hintere Wand des Schlundkopfes anlegten und daß der Schlitz zwischen ihnen oben durch das Zäpfchen gedeckt wurde (Kobelt).

Bei der Complicirtheit des Processes sind auch die einzelnen hierbei thätigen Muskelwirkungen in manchen Punkten noch zweifelhaft. Die Stylopharyngei heben den Schlundkopf, erweitern ihn zugleich oberhalb des Zungenbeines, begünstigen hierdurch den Eintritt des Verschluckten in ihn und unterstützen durch einen Theil ihrer nach der Epiglottis hinlaufenden Fasern das Ueberklappen des Kehldeckels, welches vielleicht auch zugleich durch die Contraction der Hyothyreoidei befördert wird. Außerdem heben die Stylohyoidei, Mylohyoidei und Geniohyoidei den Kehlkopf empor und bringen ihn, indem sich zugleich sein Ringknorpel auf den unteren Hörnern des Schildknorpels dreht (Magendie) in eine schiefe Stellung von oben nach unten und hinten. Durch diese Processe, so wie durch das Emporsteigen der Zungenbeine wird sowohl das Andrücken des hinteren Theiles des Zungenrückens an den harten Gaumen, als das Ueberklappen des Kehldeckels begünstigt. Die Befestigungspunkte des weichen Gaumens rücken höher hinauf und die in ihm befindliche Durchgangsöffnung vergrößert sich zugleich durch die Hebung des Schlundes. Durch die gleichzeitige Erweiterung des an den Gaumenbogen gelegenen Theiles desselben werden die vorderen Bogen des Gaumens verschmälert, dadurch aber, daß der weiche Gaumen fixirt und allmälig nach hinten und oben gezogen wird, gleichzeitig etwas verlängert. Behufs der ferneren Bewegungen sollen nun die Circumflexi palati den weichen Gaumen fixiren und dadurch den M. M. pharyngopalatinis einen freieren Spielraum geben — eine Thätigkeit, welche jedoch noch von einzelnen Autoren bezweifelt wird. Die zusammengezogenen Levatores palati mollis heben das Gaumensegel, erzeugen so vorzugsweise den Vordertheil der oben erwähnten die Ebene des harten Gaumens horizontal fortsetzenden Platte und spannen vielleicht zugleich das Velum palatinum in querer Richtung zum Theil aus. Sie unterstützen oder bedingen daher auch vielleicht jene geringe, früher dargestellte Verlängerung der vorderen Gaumenbogen. Die Zusammenziehung der Pharyngopalatini bewegt die hinteren Gaumenbogen vorhangartig gegen einander, während der M. azygos uvulae den Veränderungen des Zäpfchens vorsteht.

Jedes Moment, welches die Abschließung der Mundrachenhöhle von der Nasenhöhle unmöglich macht oder erschwert, so wie jedes Verhältniß, welches den Schutz und die Bedeckung der Glottis und der Nachbartheile derselben verhindert, wird auch natürlich dem Schlingen Beschwerden in den Weg setzen oder Anomalieen desselben hervorrufen können. Bei Spaltung oder sonstiger Continuitätsunterbrechung des harten oder des weichen Gaumens oder beider Theile zugleich, wenn wir zugleich essen und lachen und so die regulirte Wirkung des weichen Gaumenvorhanges leichter stören, bei dem hastigeren Verzehren vorzüglich halbflüssiger Nahrungsmittel, und in anderen ähnlichen Fällen gelangt häufig ein Theil des Bissens durch die Choanen in den Hintertheil der Nasenhöhle und wird hier nur empfunden oder verursacht zugleich einen eigenthümlichen Kitzel und mittelst dieses Niesen. Mangel des Kehldeckels erregt leicht bei dem Herabschlucken Husten, weil die automatische Verschließung der Stimmritze, vorzüglich zur genügenden Abhaltung flüssigerer Materien nicht hinreicht und diese daher in die Luftröhre gelangen. Zugleich entbehren alsdann die Nachbartheile der Stimmritze des nothwendigen Schutzes gegen die Einwirkung der reizenden Substanzen der Nahrungsmittel. Dasselbe erfolgt nicht selten, sobald das Ueberklappen der Epiglottis, wie z. B. wenn wir während des Essens sprechen oder lachen, erschwert oder verhindert ist. In unglücklichen Fällen können sich dann sogar feste Körper in die Glottis einkeilen und auf diese Art Erstickungszufälle und selbst den Tod verursachen. Bei Halswunden, welche oberhalb des Kehlkopfes, des Kehldeckels und des Zungenbeines von vorn oder seitlich in den Pharynx eingedrungen sind, treten in der Regel vorzüglich flüssigere Speisen durch diese künstliche Oeffnung hervor.

174 Sind nun der feste Bissen oder die verschluckten Flüssigkeiten in den **Schlund** eingetreten, so vereinigen sich mehrere Umstände, damit sie von hier rasch nach der Speiseröhre befördert werden. Durch die unmittelbar darauf erfolgende Senkung des Pharynx kommen sie schon von selbst tiefer zu liegen. Zugleich aber erhalten hierdurch die oberen Schlundkopfmuskeln einen freieren Spielraum für ihre Wirksamkeit. Ob nun jetzt die Salpingopharyngei in Anspruch genommen werden, oder ob ihre Zusammenziehung die Thätigkeit der Stylopharyngei in dem vorhergehenden Momente unterstützt, steht dahin. Jedoch scheint die letztere Annahme eher als die erstere der Wahrheit zu entsprechen. Unzweifelhaft aber treiben die Schlundschnürer die aufgefangene Bissenmasse rasch nach abwärts und übergeben sie dem Anfangstheile der Speiseröhre. Gleichzeitig werden theils durch diese Thätigkeit, theils durch die der Mylopharyngei die Schleimdrüsen, welche in dem Schlunde zerstreut sind, zusammengepreßt und zur Entleerung ihres Schleimes angeregt. Ein leichteres Dahingleiten der festeren Substanzen muß daher die Folge dieses Nebenverhältnisses sein.

175 Die in die **Speiseröhre** gelangte Masse fällt im Normalzustande nicht passiv in den Magen hinab, sondern wird durch abwechselnde wellenartige Bewegungen der Muskulatur des Oesophagus hinabgetrieben. Auf eine sehr gute Weise können wir dieses sehen, wenn wir ein gesundes Pferd in diesem Momente unmittelbar beobachten. Durch eine Reihe successiver Wellenbewegungen gleitet das Verschluckte längs des Halses hinab. An uns selbst vermögen wir dasselbe durch das Gefühl zu beobachten, wenn wir zufällig größere, zu harte oder zu trockene Bissen verschluckt haben. Wir empfinden dann deutlich, wie sie allmälig längs der Wirbelkörper hinabgehen und von Stelle zu Stelle fortrücken. Auch bei Vivisectionen bestätigt sich diese Thatsache. Hier jedoch verlangsamt sich die Bewegung um so leichter, je größer und fester die Conglomerate der

verschluckten Nahrungsmittel sind. Zuletzt werden sie dann durch die Cardia in den Magen hineingeschoben. Mit welcher Energie aber dieses auch bei dem Menschen erfolge, lehrt eine an einer Frau gemachte Beobachtung, bei welcher die Zusammenziehungen so stark waren, daß jedes Mal die Schleimhaut faltenartig hervorgetrieben wurde (Hallé).

Es ist unmöglich, mit Bestimmtheit zu entscheiden, wie weit sich der Einfluß unseres Willens auf diesen Proceß erstreckt, ob seine Herrschaft schon bei dem Pharynx und selbst höher aufhöre oder nicht. Wir wissen zwar, daß wir Speisen, welche einmal in den obersten Theil des Schlundes eingetreten sind, nicht mehr willkürlich zurücktreiben können. Allein daß diese Thatsache für die Lösung des erwähnten Problemes von keinem entscheidenden Belange sei, wird sich in der Nervenphysiologie ergeben. Sonst dagegen lassen uns sowohl die anatomischen Verhältnisse, als physiologische zu diesem Zwecke angestellte Versuche im Unklaren.

Nach unseren bisherigen Kenntnissen steht fest, daß immer die Zusammenziehungen von Theilen, welche einfache Muskelfasern besitzen, unwillkürlich sind, daß dagegen Gebilde, welche quergestreifte Muskelfasern darbieten, sowohl automatisch wirken, als dem Befehle unseres Willens gehorchen können. Nun besitzen bei dem Menschen die beiden unteren Drittheile der Speiseröhre wenigstens in der Mehrzahl der Fälle einfache Muskelfasern. Diese setzen sich zwar nach oben bis zu dem vorderen Ausgange des Schlundes fort. Allein indem sie hierbei allmälig sparsamer werden, lagern sich sogleich um sie von außen quergestreifte Fasern, wie es scheint, in ungefähr umgekehrtem Verhältnisse ihrer beiderseitigen Mengen herum. Hieraus können wir aber schließen, daß die beiden unteren Drittheile unserer Speiseröhre dem Einflusse des Willens nicht mehr unterworfen sind. Was das obere Drittheil und den Pharynx betrifft, so gestatten die anatomischen Thatsachen keine weiteren Schlußfolgerungen, als daß es möglich sei, daß sie auch willkürlich wirken könnten.

Physiologische Versuche, welche zur Entscheidung dieser Frage in neuerer Zeit von Volkmann[1]) unternommen worden sind, liefern keine fördernden Anschauungen und erlauben, wenn man die Verhältnisse von dem richtigen Standpunkte beurtheilt, keine bestimmten Folgerungen irgend einer Art. Im Ganzen ergab sich nämlich hierbei, daß bei einem Thiere, dessen Speiseröhre bloßgelegt worden, nicht immer ein Bissen oder eine kleinere Kugel, welche an dem Pharynx anliegt, Schluckbewegungen erregt. Diese erfolgen von Zeit zu Zeit ohne äußere Veranlassung, schieben aber häufig den festeren Körper nicht vorwärts, bis dieser endlich zufällig und nach mehrfachen negativen Versuchen in vollkommenerem Maaße hinweggeführt wird. Volkmann glaubte hieraus schließen zu können, daß die Schluckbewegungen vorzugsweise oder am häufigsten durch den Einfluß des Willens hervorgerufen werden. Diese Folgerung wird jedoch, wie man leicht sieht, durch die genannten Erfahrungen noch nicht begründet. Damit ein festerer Bissen, welcher den Schlund nicht ganz ausfüllt, damit eine Kugel, welche ein geringeres Volumen hat, fortgeschoben werde, ist eine energischere Zusammenziehung des Schlundes und der Speiseröhre erforderlich. Erfolgt die Contraction in geringerem Grade, so wird nur Luft als ein leichter beweglicher und in größerer Menge disponibler Körper geschluckt werden. Jene leeren Schluckbewegungen beweisen daher nur, daß sie eben nicht mit der nothwendigen Kraft wie im Normalzustande eintraten. Wären sie durch kräftigen Einfluß des Willens erzeugt worden, so wären sie auch wohl unzweifelhaft mit der nothwendigen Stärke, wie unter gesunden Verhältnissen, zu Stande gekommen. Daß dieses nicht geschah, daß der Bissen oder die Kugel nur zufällig hierbei afficirt wurden, beweist, wenn nicht das Gegentheil, doch wenigstens so viel, daß der Willen auf die Speiseröhre unzweifelhaft keinen so ausgedehnten Einfluß wie auf die äußeren willkürlichen Muskeln besitzt. Ueberdies hat Volkmann noch zwei andere wesentliche Verhältnisse außer Acht gelassen. Der Bissen oder die Kugel nämlich, welche ruhen, müssen ganz anders als bei dem natürlichen Schlucken wirken. Wenn wir den Finger an die Haut der Achselhöhle anlegen, so entsteht eben keine weitere Wirkung, als daß die Berührung gefühlt wird. Wird er dagegen hin und her gerieben, so erzeugt sich ein Kitzel, welcher Bewegungen zur

---

[1]) Müller's Archiv. 1841. S. 347—60.

Folge hat. Der herabgeschluckte Bissen wirkt von Stelle zu Stelle auf ähnliche Weise. In Volkmann's Versuchen konnte er diesen Effect gar nicht, oder nur unvollständig bedingen, und die unvollkommenen Folgen erklären sich hieraus von selbst. Ein zweiter Umstand betrifft die Auswahl der Säugethiere selbst. Bei manchen Mammalien nämlich, wie z. B. bei dem Kaninchen, dem Schaafe, dem Kalbe, setzen sich quergestreifte Muskelfasern bis zur Cardia hinab fort, und laufen hier über und zwischen den einfachen Muskelfasern des Magens strahlig aus. Es ist daher denkbar, daß solche Geschöpfe den Einfluß des Willens in vollkommenerem oder unvollkommenerem Maße längs der ganzen Speiseröhre ausdehnen können. Allein wenn dieses auch, wie Volkmann z. B. bei dem Kalbe gefunden haben will, der Fall wäre, so würde ein solches Resultat der Verchiedenheit der anatomischen Verhältnisse wegen keine Anwendung auf den Menschen gestatten.

Im Normalzustande dehnen sich die Bewegungen der Speiseröhre successiv von dem Pharynx nach der Cardia hin aus. Unter krankhaften Verhältnissen dagegen vermag auch die umgekehrte Richtung einzutreten. Hier wie bei den übrigen Theilen des Nahrungsschlauches und anderen contractilen Cylindern unseres Körpers nennt man die Bewegung eine peristaltische, wenn sie in der normalen, eine antiperistaltische dagegen, wenn sie in der entgegengesetzten Richtung eintritt.

Soll die Mechanik des Hinabschluckens ungehindert vor sich gehen, so müssen der Schlund und die Speiseröhre frei beweglich sein, sich ohne Beschwerde erweitern und verengern können und ein der Größe des Bissens entsprechendes Lumen darbieten. Alle Momente, welche diese Bedingungen aufheben, stören daher das Schlucken und erzeugen Dysphagie oder machen sogar diesen Act unmöglich. Ist z. B. der Oesophagus an einer Stelle bedeutend verdickt und verhärtet, so hat diese Entartung den doppelten Nachtheil, daß seine Wandungen weder Dehnbarkeit genug besitzen, um sich dem Volumen des Bissens anzupassen, noch hinreichende Zusammenziehungskraft haben, um dichtere Inhaltstheile fortzuschieben. Ueberdies vermag dadurch das Lumen des Rohres so verengert zu sein, daß überhaupt keine irgend größere halbfeste Nahrungsmittel durchtreten können. Aehnliches gilt von Einschnürungen, bandförmigen Exsudaten und sonstigen Abweichungen, welche nicht selten an der Speiseröhre vorkommen und so tief eingreifen, daß der Mensch zuletzt verhungern muß. Auch bei anderen Entartungen kann dasselbe traurige Ende auf anderem Wege erzielt werden. Wenn nämlich z. B. ein Nebensack, ein sogenanntes Divertikel am Oesophagus existirt, so wird dann nicht selten ein Theil der Speisen, statt weiter hinab in den Magen zu treten, in den Nebenbeutel eindringen, und, wenn dieser nicht hinreichende Austreibungskraft hat, hier liegen bleiben. Dadurch wird sich die Seitenerweiterung immer mehr ausdehnen und ihre Störung theils mechanisch, theils durch fernere Anregung von Unordnung in den Wirkungen des Oesophagus immer bedeutender machen, so daß selbst hierbei der nothwendige Verhungerungstod eintreten kann. Auch äußere benachbarte Theile können die Schlingfunctionen der Speiseröhre erschweren. Hierher gehören die Dysphagieen, welche durch sehr große Kröpfe, durch Anschwellung der lymphatischen Drüsen am Halse, durch Geschwülste u. dgl. entstehen, so wie die sogenannte Dysphagia lusoria, welche nach den Angaben Einzelner dadurch erzeugt wird, daß eine Schlagader, z. B. die Subclavia dextra abnormer Weise zwischen Luftröhre und Speiseröhre durchgeht und so, mit Blut überfüllt, die letztere in ihrer freien Wirksamkeit beeinträchtigt.

Daß bei Verletzungen der Speiseröhre jedes Schlucken seinem Endzwecke nach vereitelt wird, daß dann die Bissen zum Munde heraustreten oder am Halse nach außen oder in die Brust, seltener in die Bauchhöhle gelangen, versteht sich von selbst. Den Schädlichkeiten, welche aus allen genannten krankhaften Verhältnissen der Speiseröhre hervorgehen, suchen wir, so weit es möglich ist, durch das Einführen eines elastischen Rohres, durch welches wir flüssigere Nahrungsmittel herabgleiten lassen, entgegenzuwirken. Da aber der Winkel, unter welchem Mundhöhle und Rachenhöhle zu einander stehen, kleiner und der Biegungsraum in Verhältniß zu diesem beschränkter ist, so ziehen wir es meistentheils vor, solche Schlundröhren von der Nasenhöhle aus durch die Choanen einzuführen. Während der Gebrauch dieser Instrumente längst in Uebung ist, hat die Chirurgie, so viel ich weiß, bis jetzt bei jenen fürchtlichen, die Verhungerung bedingenden Leiden noch keine palliative Operation, deren Möglichkeit die physiologische Erfahrung verbürgt, versucht. Wir wissen nämlich durch Experimente, die in Betreff des Actes der Rumination der Wiederkäuer angestellt worden, daß Thiere der Art mit Magen- und

entsprechenden Bauchwandfisteln durch verkleinerte Speisen, welche von diesen Oeffnungen aus in den Magen in hinreichend vertheiltem und durchfeuchteten Zustande gebracht werden, ernährt werden können. Dasselbe bestätigt sich an Menschen, welche ähnliche Magenfisteln darboten (Helm, Beaumont). Es fordert daher der gegenwärtige Stand der Wissenschaft, daß man bei unheilbaren Stricturen des Oesophagus, bei welchen nur der allmälige Hungertod in Aussicht bleibt, eine künstliche, mit den Bauchwandungen in Verbindung stehende und offen zu erhaltende Magenfistel anlege.

Da die Speiseröhre verhältnißmäßig weniger Schleim als die übri- 176
gen Theile des Nahrungsschlauches liefert, so sind hier die das leichtere und schmerzlose Hinabgleiten der Bissen bedingenden Momente nothwendiger als an einer anderen Stelle des Verdauungsapparates. Im Allgemeinen muß die härtere und voluminösere Speisemasse gehörig durchfeuchtet und zerkleinert sein. Indem aber hierfür sowohl der eigene Schleim des Oesophagus, als der in ihm herablaufende Mundschleim und Speichel nur unvollständige Garantieen darbieten, so sehen wir auch, daß nicht selten härtere und trockenere Bissen bei dem Hinabschlucken Schmerz verursachen. Jene verhältnißmäßige Trockenheit des Oesophagus, deren Ursachen noch unbekannt sind und die, da sie vorzugsweise dem mittleren Theile der Speiseröhre eigen ist, nicht in den von dem schleimreicheren Pharynx vorzugsweise bedingten Vermittelungsthätigkeiten des Durstes ihren Grund haben kann, scheint noch dadurch befördert zu werden, daß die meisten Bälge der Oesophagusdrüsen bis nach außen von der Muskelhaut reichen (Bischoff) und so durch die Contraction von dieser nicht ausgepreßt, sondern eher von dem Lumen der Speiseröhre abgeschlossen werden.

Die Bewegungen des Magens haben einen complicirteren Zweck, 177
als die der Speiseröhre. Wie nämlich das Kauen außer der mechanischen Verkleinerung noch die Nebenabsicht der innigeren Durchtränkung der Speisen mit Speichel erfüllt, so liegt auch den Magenbewegungen nicht bloß der Plan zum Grunde, die Nahrungsmittel zur Zeit fortzuschaffen und bei normaler Peristaltik durch den Pförtner in den Zwölffingerdarm überzuleiten. Sie erfüllen vielmehr zunächst ein anderes Desiderat, indem sie die festeren Inhaltssubstanzen längs der Magenschleimhaut hinführen, auf diese Art mit Magenschleim bestreichen und durchtränken und hierdurch allmälig, so weit es angeht, deren Auflösung vorbereiten. Diese Bedingung setzt es dann voraus, daß nicht die Nahrungsmittel trotz der Bewegungen des Magens schnell hindurcheilen. Im Gegentheil verbleiben sie hier, bis eine gehörige Mischung der durch den Magensaft bereiteten Lösung mit den diesem Absonderungsproducte widerstehenden festen Theilen zu Stande gebracht, bis Alles in Speisebrei oder Chymus verwandelt worden ist. Bei den eingenommenen Flüssigkeiten, welche zu ihrem Uebergange in das Blut keiner auflösenden Vorarbeit des Magensaftes bedürfen, wird auch die Magenbewegung auf keinen längeren Aufenthalt berechnet zu sein brauchen. Sie wird die Fluida entweder sogleich in den Darm fortschaffen können oder sich überhaupt, insofern Getränke selbst vom Magen aus in das Blut aufgenommen werden können, nicht sehr in Anspruch genommen zu werden nöthig haben. Bei einzelnen Thieren, z. B. dem Pferde, will man 6 Minuten vorher genommenes Wasser

in dem großen Blinddarme wiedergefunden haben, so daß es innerhalb dieses kurzen Zeitraumes vom Magen aus den Zwölffingerdarm und die dünnen Gedärme durchlaufen mußte (Coleman). Anderseits scheint es jedoch gewiß, daß wenigstens ein großer Theil des Getränkes schon im Magen aufgesogen wird. Bisweilen kann aber noch eine Parthie in den Zwölffingerdarm und die dünnen Gedärme gelangen, um erst von hier aus in die Nahrungsflüssigkeiten des Körpers überzugehen.

178 Die Alten stellten sich vor, daß der Verdauungsact des Magens vorzugsweise in der mechanischen Verkleinerung der Speisen bestehe und nannten daher diese Thätigkeit geradezu die Zerreibung der Speisen (Trituratio ciborum). Allein abgesehen davon, daß wir jetzt mit Bestimmtheit wissen, daß der Hauptproceß, welcher im Magen zu Stande kommt, einen chemischen Hergang bildet und eine eigenthümliche Art von Auflösung der Nahrungsmittel zur Folge hat, ist der menschliche Magen viel zu dünnwandig und in seiner Muskulatur nicht stark genug, um irgend festere Substanzen mechanisch zu trennen. Wo die Natur etwas der Art bei einzelnen Thieren beabsichtigt, hat sie auch eigenthümliche Vorrichtungen getroffen. Der Krebs, viele Insekten und andere Thiere erhalten zu solchen Zwecken eine eigenthümliche Zahnbewaffnung an ihrer Magenschleimhaut. Der Magen des Huhnes, welches auf den Genuß von Saamen mit harten verholzten Testis angewiesen ist und diese durch den sauren Saft seines Kropfes nur erweichen, nicht aber vollständig auflösen oder sonst bewältigen kann, besitzt eine äußerst starke Muskulatur und ein sehr hartes und horniges Epithelium seines Magens. Indem das Thier neben seiner gewöhnlichen Nahrung Kieselsteinchen verschluckt, werden die durchweichten Samen mit diesen zusammengerieben und so wie zwischen kleinen Mahlsteinen zermalmt. Den Mammalien und dem Menschen fehlen aber Vorrichtungen der Art durchaus. Hier kann der Magen höchstens weichere Speisen von größerem Volumen durch seine Einschnürung und vorzüglich durch seine nach dem Pförtner hin gerichteten Contractionen trennen oder umgekehrt einzelne Bissen zu einer lockeren runden Masse zusammenballen. Ein Bild der letzteren Thätigkeit geben uns die Haarballen, welche wir in den Magen der Wiederkäuer und des Pferdes antreffen. Die verschluckten Haare, welche diese Thiere ablecken, werden nach Art einer künstlichen Zubereitung zu regulären Kugeln perückenartig zusammengeflochten. Die Art dieser Verflechtung zeigt uns gewissermaßen einen plastischen Abdruck der verschiedenen Zusammenziehungen des Magens.

Immer aber besteht die Hauptwirkung der Magenbewegungen darin, die Speisen an den Magenwänden hinzuführen und auf diese Art mit Magensaft zu bestreichen und zu durchtränken. Bei dieser gegenseitigen Reibung streift sich dann nicht selten das Epithelium der Schleimhaut des Magens los, so daß wir in der Regel an dieser die an ihr beobachteten Epithelialcylinder (Henle) nicht wahrnehmen. Da aber durch die chemische Einwirkung des Magensaftes, welcher zunächst die Oberfläche der Speisemasse trifft, ein großer Theil der nahrhaften Substanzen aufgelöst, in diesem Zustande durch die ferneren Zusammenziehungen leichter abgestrichen

und dann durch den Pförtner in den Zwölffingerdarm befördert wird, so sieht man leicht, daß bei fortdauernder Magenverdauung die im Magen befindliche Masse von Nahrungsmitteln immer mehr abnehmen muß. In je höherem Grade dieses der Fall ist, um so leichter und vollständiger kann der noch gelieferte Magensaft die Durchtränkung vornehmen, um so durchfeuchteter und zum Theil flüssiger muß der ganze Mageninhalt überhaupt werden, um so leichter muß er durch den Pylorus in das Duodenum treten. Tödten wir daher z. B. ein Kaninchen einige Zeit, nachdem es sich vollkommen satt gegessen hat, so finden wir in seinem gefüllten Magen die reichliche mehr oder minder zusammengeballte Speisemasse von einem zähen Ueberzuge von Magenschleim, welcher viele losgestreifte Epithelialformationen enthält, umgeben. Das Innere derselben dagegen ist zwar durchfeuchtet, aber doch im Ganzen trockener, cohärenter und brüchiger. Hat die Magenverdauung schon intensiver gewirkt, so ist der Magen viel weniger ausgedehnt und gefüllt. Sein Inhalt hat eine geringere Cohäsion, ist mehr durchfeuchtet und erscheint schon allgemeiner mit Magensaft durchtränkt und überzogen. Vermuthlich werden diejenigen Nahrungsmittel und diejenigen Bestandtheile derselben, welche der Einwirkung des Magensaftes in höherem Maße widerstehen, erst später nach dem Zwölffingerdarme fortgeführt. Die Natur gewinnt hierbei den Vortheil, solche Substanzen längere Zeit und mit größeren Mengen von Magensaft in Wechselwirkung zu bringen und so deren Bewältigung möglichst zu begünstigen. Daß aber selbst die festesten Körper ihren Ausgang finden, beweist z. B. der Umstand, daß verschluckte Kirschkerne oder andere Steinfrüchte nicht im Magen bleiben, sondern den ganzen Darm durchwandern, um mit dem Kothe abzugehen.

Schon die anatomischen Verhältnisse der Musculatur des Magens 179
deuten darauf hin, daß eine Verringerung des Umfanges dieses Organes in allen Richtungen Statt finden könne. Die sogenannten Längenfasern wirken von der Cardia nach dem Pförtner. Die eigentlichen Cirkelfasern schnüren von vorn nach hinten und von oben nach unten zusammen und werden hierin vorzüglich an der Cardiagegend und dem Blindsacke durch diejenigen Fasern, welche eine unmittelbare Fortsetzung der Kreisfasern des Magens bilden, unterstützt. Hieraus erhellt dann leicht, wie die Speisemassen zusammengeballt werden und äußerlich ihren Ueberzug von Magensaft erhalten. Da aber die Cirkelfasern sehr stark ausgebildet sind, so bewirken sie, wenn ihre Thätigkeit vorherrscht, das Abstreifen der oberflächlichen flüssigeren Lagen der Chymusmasse und befördern diese, sofern sie nicht aufgesogen werden, nach dem Pförtner hin. Anderseits jedoch kann dieser durch die starken Kreisfasern, welche noch in die Pförtnerklappe eindringen, zu Zeiten sogar so fest verschlossen werden, daß selbst in dem (emporgehaltenen) Magen befindliches Wasser durch den Zwölffingerdarm nicht abläuft.

Diese Thatsachen würden genügen, wenn die Muskulatur des Magens nur dafür bestimmt wäre, die Speisemassen durch sich hindurch zu treiben. Da es aber ihren Hauptzweck ausmacht, dieselben mit Magen-

saft einzureiben und behufs der Wirkung des letzteren die festen Nahrungsmittel längere Zeit in sich zurückzuhalten, so entstehen in dieser Beziehung Probleme, die wir durch die bloß theoretische Betrachtung der anatomischen Verhältnisse der Muskelfasern nicht zu lösen im Stande sind. Hier können nur Beobachtungen bei gewissen geeigneten Krankheitszuständen des Menschen und Experimente an Thieren genügenden Aufschluß geben.

Bei einem Manne, welcher in Folge einer Schußwunde eine durch die Bauchdecken geöffnete Magenfistel bekommen hatte, ergab sich — was man auch schon früher durch Vivisectionen an Thieren erfahren hatte — daß, unter wahrscheinlich theilweiser oder gänzlicher Verschließung der Cardia- und der Pförtnermündungen, eine Art Kreislauf der Speisen im Magen Statt finde. Die Nahrungsmittel nämlich gelangen zuerst, sobald sie durch die Speiseröhre herabgekommen sind, in den linken, vorzüglich den Blindsacktheil des Magens, werden von hier längs der großen Curvatur gegen den Pförtner hingeführt und kehren dann gleichsam wieder um, indem sie längs der kleinen Curvatur von dem Pförtner nach der Cardia hingehen (Beaumont). Wahrscheinlich gilt dieses von mittelgroßen Speisemassen. Bei bedeutenderer Füllung des Magens dürften die Nahrungsmittel in höherem Grade, als es sonst Statt findet, zusammengedrückt und herumgewälzt werden. Zugleich scheint sich der Pylorustheil periodisch zu verengern und zu erschlaffen und erzeugt wohl eben hierdurch, je nachdem es für den oben erwähnten Kreislauf der Nahrungsmittel oder den Durchtritt des Gelösten und der mechanisch hiermit vermischten Theile nothwendig ist, die Schließung oder Oeffnung der Pförtnermündung.

Man sieht leicht, daß diese Magenbewegungen schon bei dem Menschen nach der Verschiedenheit und der Menge der Nahrungsmittel sehr verschieden ausfallen müssen. Allein noch weit größer ist unzweifelhaft die Variabilität der Erscheinungen bei den verschiedenen Thieren, weil hier die Differenz der Größe und der Form des Magens, die Vervielfältigung desselben, die Besonderheit des Epithelium der Schleimhaut und andere Eigenthümlichkeiten auf äußerst besondere Weise eingreifen. Jede Uebertragung der Resultate von Vivisectionen auf die Verhältnisse des menschlichen Organismus kann daher bloß bedingter Weise versucht werden.

Wir wollen deshalb auch nur anhangsweise einige wesentliche Punkte, welche das Studium an einzelnen Haussäugethieren ergeben hat, kurz anführen. Schon an frisch getödteten, noch reizbaren Geschöpfen der Art zeigt sich nach dem Oeffnen der Bauchhöhle die Eigenthümlichkeit, daß, während die dünnen Gedärme durch die Einwirkung der atmosphärischen Luft in die lebhafteste peristaltische Bewegung gerathen, der Magen meist ruhiger bleibt. Bisweilen zieht er sich im Anfange gar nicht oder nur ganz allmälig zusammen. Seine Contractionen beschränken sich häufig, wenn selbst seine motorische Thätigkeit durch mechanische Berührung, durch Reizung der entsprechenden nervösen Theile u. dgl. intensiver geweckt wird, in auffallendem Maaße. Es bleibt dann oft eine vorzüglich im Mitteltheile des Magens sichtbare Strictur längere Zeit zurück. Diese Phänomene, welche man z. B. an jedem Kaninchen beobachten kann, bilden offenbar den Reflex der schon erwähnten Vorrichtung, daß die Bewegungen des Magens nicht auf bloße rasche Durchführung des Inhaltes, sondern auf einen längeren Aufenthalt der Nahrungsmittel in ihm berechnet sind. Wir müssen jedoch frei bekennen, daß uns bis

jetzt das Nähere dieser Eigenthümlichkeit und deren ursächliches Verhältniß sowohl am Menschen als an Thieren entgeht.

An lebenden Fleischfressern, vorzüglich an Hunden oder Katzen, gemachte Vivisectionen lehrten, daß die Speiseröhre, wenn sie die Nahrungsmittel bereits in den Magen getrieben hat, noch eine Reihe von abwechselnden wellenförmigen Bewegungen vornimmt (Magendie und Joh. Müller). Diese können ½ bis 10 Minuten anhalten und dauern um so länger, je gefüllter der Magen schon ist. Wie es scheint, soll der Hauptzweck dieser Thätigkeit des Oesophagus darin bestehen, daß die zu Zeiten nothwendige Verschließung der Cardiaöffnung, welche durch einfache sphincterartige Wirkung der Kreisfasern des untersten Speiseröhrentheiles allein nicht vollführt würde, zu Stande gebracht werde. Die Zusammenziehung und Verschließung der Cardiamündung falle daher mit der Einathmung, wo durch das Hinabtreten des Zwerchfelles der Magen mehr zusammengedrückt wird, die Erschlaffung mit der Ausathmung zusammen (Magendie).

Sobald die Speisen in den Magen eingetreten scheinen sie, wenn ihre Quantität nicht zu groß ist, je nach ihrer Consistenz und Härte einen verschiedenen Weg einzuschlagen. Die flüssigeren nämlich finden sich sehr bald in der Pförtnerhälfte des Organes, während die festeren länger in dem Blindsacke verweilen. Sind dagegen größere Mengen von festen Nahrungsmitteln eingenommen worden, so zeigt sich natürlich häufig der ganze Magen in bedeutendem Grade ausgedehnt. Wir finden daher das erstere mehr bei Fleischfressern, wie dem Hunde und der Katze, das letztere bei Pflanzenfressern, wie bei dem Kaninchen, dem Pferde. Nach dieser Verschiedenheit der Ausdehnung des Magens und der Widerstandskraft der Speisen scheinen nun auch die nachfolgenden Bewegungsphänomene verschieden auszufallen. Bei mäßiger Füllung und vorzüglich bei der Vermischung von festeren Nahrungsmitteln, z. B. von Brot, mit einer größeren Menge von flüssigeren, wie z. B. Milch, bläht sich (bei der Katze) der Magen allmälig auf und sinkt wieder zusammen, bis endlich durch diese sehr langsam wirkende und später sogar zum Theil nachlassende Thätigkeit die flüssigeren, gleichsam leichter angesogenen Massen mehr gesondert in der Pylorushälfte erscheinen, während die festen im Fundus liegen bleiben. Diese rufen hier eine erhöhte Thätigkeit hervor. Der Blindsacktheil des Magens wird intensiver geröthet und fühlt sich wärmer an. Ob eine vermehrte Absonderung von Magensaft und daher eine stärkere Auflösung, so wie durch diese eine bedeutendere mechanische Verkleinerung und Trennung des Unlöslichen die Folge dieser Erscheinungen bilde oder nicht, steht dahin. Denn sonst dürfte die Pylorushälfte eher für die Wirkungen des Magensaftes, als die Cardia- und vorzüglich die Blindsackparthie berechnet sein. Durch sehr allmäliges Aufblähen und Zusammensinken gelangen nach und nach die indeß flüssiger gewordenen und mit kleineren festeren Stücken vermischten Theile des Speisebreies nach der Pförtnerhälfte hin, um von hier durch ähnliche Bewegungen in den Zwölffingerdarm übergeführt zu werden (Budge) [1]. Es scheint daher, als bestehe eine größere Contractilität der Pylorushälfte und eine geringere des Blindsacktheiles des Magens, damit das Flüssigere, welches im Magen keine fernere Bestimmung zu erfüllen hat, sogleich nach dem Duodenum gefördert werde.

Abgesehen aber davon, daß diese durch die Vivisection von Fleischfressern gelieferten Resultate noch manche nothwendige Lücke übrig lassen, dürfen wir zugleich nicht aus den Augen verlieren, daß Erfahrungen der Art immer nur bei geöffnetem Unterleibe des lebenden Thieres angestellt werden können und daß so die atmosphärische Luft, verbunden mit dem Reize der Operation und der gehemmten Wirkung der Zusammenziehung der Bauchmuskeln, manche Abweichung von dem ganz natürlichen Zustande zu erzeugen vermag. Bei dem vollständig mit festeren Stoffen gefüllten Magen scheinen die Zusammenziehungen desselben zunächst, wie schon angedeutet wurde, dazu zu dienen, die Oberfläche der Nahrungsmittel mit Magensaft einzustreichen, das dann flüssiger gewordene abzulösen und nach dem Duodenum hin fortzuführen. Später kann eine Rotation des auf diese Art verminderten Mageninhaltes, verbunden mit einer allmäligen Weiterbewegung des Flüssigeren, eintreten. Doch bedürfen hier die Specialien noch mehr erläuternder Detailbeobachtungen.

---

[1] Budge in dem niederrheinischen Organ für die gesammte Heilkunde. Bd. I. Bonn. 1841. 8. S. 134 ff.

Nach der Ansicht von E. H. Schultz bedingt die Größe des Magenblindsackes die Bewegungen, welche die Speisen im Magen erhalten. Pflanzenfresser mit bedeutendem Fundus, wie das Kaninchen und das Pferd, bieten hiernach die oben erwähnte Rotation von links nach rechts längs der großen und dann von rechts nach links längs der kleinen Curvatur dar. Bei Fleischfressern mit geringerem Blindsacke dagegen, wie dem Hunde und der Katze, werden die Speisemassen abwechselnd nach dem Pylorus hin- und wieder zurückgeschoben. Jedenfalls dürfte dieses wohl nur bei nicht vollständiger Füllung des Magens mit festeren Stoffen seine Gültigkeit haben. Denn directe Erfahrungen lehrten, daß in allen Fällen (bei Hunden?) eine abwechselnde Zusammenziehung und Erweiterung des Pylorustheiles eintritt, daß diese aber bei sehr gefülltem Magen nur eine sehr geringe Ausdehnung nach links erreicht, bei minderer Füllung des Organes dagegen bis zur Portio splenica hinreicht (Magendie). Jene rotatorischen Bewegungen der Pflanzenfresser werden auch nur erst bei einer mäßigen Menge von Mageninhalt eintreten können.

180 Der Bau und besonders die Verhältnisse der Muskulatur des Magens sind auf die Möglichkeit einer bedeutenden Volumensveränderung des Organes berechnet. Diese wird nicht bloß dadurch bedingt, daß jener sehr variable Mengen von Speisen aufnehmen, sondern daß er auch behufs anderer Thätigkeiten die Fähigkeit besitzen muß, sich schnell aufzublähen und sich wiederum rasch zu verengen. Kommen Erscheinungen der Art auch an den dünnen und vorzüglich den dicken Gedärmen vor, so erreichen sie doch nicht den Grad von Energie, welche bei dem Magen eintritt. Die einzelnen Vorgänge, durch welche jene zwischen bedeutenden Grenzen schwankenden Verschiedenheiten des Umfanges erzeugt werden, sind noch nicht hinreichend erforscht. Vorläufig erscheint als das Annehmbarste, daß auch bei dem Maximum der Aufblähung oder Ausdehnung der größtmögliche Grad von Erschlaffung aller Muskelfasern der Mittelhaut des Magens zu Stande kommt, während diese sich sämmtlich oder theilweise bei den Verkleinerungen des Organes in entsprechenden Zusammenziehungszuständen befinden. Im ersteren Falle zeigte sich jedoch noch die Verschiedenheit, daß die durch zu große Füllung bedingte mehr passive mechanische Vergrößerung des Magenumfanges sogleich eine active Zusammenziehung des Organes in höherem oder geringerem Grade zur Folge hat. Die zu anderen Zwecken nothwendige selbstständigere Aufblähung dagegen würde auch zugleich durch ihre Folge, d. h. durch das nothwendige Einsaugen von meist luftförmigen Stoffen eine Thätigkeitsäußerung eigenthümlicherer Art unmittelbar darstellen.

Für den Normalzustand greifen die Bewegungen des Magens dergestalt in einander, daß die Mündung der Cardia nur frei wird, um Stoffe aus dem Oesophagus einzulassen, während die Pförtneröffnung früher oder später den Materien den Durchgang nach dem Zwölffingerdarme gestattet. Mit einem Worte, beide Ausgänge erlauben im gesunden Zustande nur peristaltische Bewegungsrichtungen, verschließen sich dagegen unter allen Verhältnissen, welche einen antiperistaltischen Bewegungsgang der Nahrungsmittel befördern oder sogar bedingen könnten. Da aber sowohl die Cardia-, als die Pförtnermündung keine besonderen Einrichtungen, welche auf einen steten Eintritt eines genauen Verschlusses bei einem Drucke in antiperistaltischer Richtung berechnet wären, darbieten, da die Valvula pylori, sobald von dem Zwölffingerdarm aus eine Kraft gegen den nicht sehr gefüllten Magen wirkt, keine hinreichende Garantie der Art darbietet, und da die Cardia des Menschen gar keine Klappenvorrichtungen besitzt, so ergiebt es sich von selbst, daß schon bei geringeren Störungen des Normalprocesses antiperistaltische Bewegungen von Stoffen möglich werden. Bei heftigem Gallenergusse, z. B. nach Aerger, tritt leicht

Galle trotz der Pförtnerklappe in den Magen. Bei Verschließung des unteren Ausganges des Kothes, wie wir es z. B. bei Mangel der Aftermündung, bei eingeklemmten Brüchen sehen, können die Speisereste und selbst die Excremente so weit zurückgetrieben werden, daß sie in den Magen gelangen. Den antiperistaltischen Rücktritt von luftförmigen Stoffen sehen wir z. B. bei dem saueren Aufstoßen bei verdorbenem Magen, und von diesen, sowie vorzüglich von flüssigeren und festeren Materien bei dem Erbrechen. Da zu dem letzteren kein bloß einfacher Rückgang der Massen durch die Cardiaöffnung, sondern ein antiperistaltisches Hinauftreten derselben längs der Speiseröhre und ein meist gewaltsames Auswerfen aus der Mundrachenhöhle oder selbst möglicher Weise aus dieser und der Nasenhöhle gehört, so bedingt der ganze Act eine sehr gewaltsame Einwirkung, und setzt auch, je energischer er erfolgt, die Thätigkeit eines um so ausgedehnteren Apparates von Theilen voraus. Ehe diese zu Stande kommen, geräth oft der ganze Organismus in einen krankhaften Zustand, dessen Intensität ungefähr in gleichem Verhältnisse mit der Schwierigkeit, die Krise des Erbrechens endlich hervorzubringen, zu stehen pflegt [1].

In Betreff des Aufstoßens muß man zwei verschiedene Arten desselben wohl unterscheiden. Das gewöhnliche unwillkürliche Aufstoßen, wie es bei zu reichlichem Genusse von Speisen, nach Nahrungsmitteln, welche viel Luft auf irgend eine Art entwickeln, bei verdorbenem Magen u. dgl. Statt findet, besteht gewissermaßen in einem vollkommenen Acte des Erbrechens luftförmiger Stoffe, welche unter Unterstützung einer mehr oder minder starken Ausathmungsbewegung durch die Cardia und längs der Speiseröhre und des Schlundes hinaufbefördert werden. Anders dagegen verhält sich das Aufstoßen, welches viele Menschen künstlich hervorzubringen im Stande sind. Sie verschlucken zuerst ein Quantum von Luft, treiben aber diese wenigstens meistentheils nicht weit, oft sogar nur ungefähr bis zur Uebergangsstelle des Pharynx in den Oesophagus hinab und stoßen sie dann wieder in antiperistaltischer Richtung nach oben hinaus. In beiden Fällen entsteht bei gleichzeitig weit geöffneter Mundhöhe ein Ton, der bei geschlossenem Munde entweder fehlt oder dumpfer wird und mehr in der Tiefe, mehr in der Gegend des Pharynx erscheint. Bei dem Aufstoßen durch Indigestion wird nicht selten zugleich mit der Luft eine geringe Menge flüssiger oder halbfester Stoffe hinaufgeworfen. Es erzeugt sich daher eine widerliche Geschmacksempfindung oder es folgt, sobald einmal der antiperistaltische Proceß überhaupt eingeleitet worden, wahres Erbrechen sogleich nach. Sind die Gasarten, welche man durch Aufstoßen heraufbefördert, einer Einwirkung auf unser Geruchsorgan fähig, so empfinden wir sie auch sogleich als solche, weil die Luft, so wie sie zur Mundhöhle heraustritt, theilweise in unsere Nasenhöhle eingezogen werden kann, und weil eine Parthie derselben sogar schon von vorn herein durch die Choanen in unser Geruchsorgan übergeführt wird. Wie wir daher die säuerlichen Speisefragmente oder Magenflüssigkeiten auf der Stelle schmecken, so riechen wir auch z. B. das Schwefelwasserstoffgas, welches uns nach dem Genusse von Eiern, bei Indigestion und ähnlichen Zuständen aufstößt.

Da der auf gemischte Nahrung berechnete Magen des Menschen einen ziemlich bedeutenden Blindsacktheil hat und, wie wir bald sehen werden, die Ausbildung des Fundus ventriculi mit der Leichtigkeit des Erbrechens in ungefähr umgekehrtem Verhältnisse steht, so muß im Allgemeinen das Erbrechen des erwachsenen Menschen im Ganzen genommen auf mehr oder minder bedeutende Schwierigkeiten stoßen. Auch hier aber zeigt sich wiederum, wie die Natur jeden Theil nach seinen temporären Functionen auf das Zweckmäßigste eingerichtet hat. Der Säugling und das ältere Kind müssen so viel Nahrung zu sich nehmen, daß nicht bloß ihr Körper erhalten, sondern auch rasch und bedeutend vergrößert wird. Da also in diesem Falle ein sehr heftiger Nahrungstrieb zu einem unabweisbaren Bedürfnisse wird, so wird hierbei auch sehr oft der Fall eintreten, daß mehr, als der Magen vertragen kann, in ihn eingeführt worden. Wäre der letztere aber, wie bei dem Erwachsenen, so eingerichtet gewesen, daß der antiperistaltische Act des Erbrechens nur schwer erfolgte, so war eine heftige Gesammtanstrengung und Erschütterung des Organismus die häufige Folge eines bei den natürlichen Bedingungen

---

[1] J. Budge die Lehre vom Erbrechen nach Erfahrungen und Versuchen. Mit einer Vorrede von F. Nasse. Bonn. 1840. 8.

nur zu leicht eintretenden Verhältnisses gewesen. Deshalb besitzt der kindliche Magen keinen sehr stark ausgebildeten Blindsacktheil, welcher den rückgängigen Weg der Speisen nach der Cardiaöffnung irgend beeinträchtigte [1]). Bedenken wir nun überdies, daß in jüngeren Jahren und besonders vor der Pubertätszeit bei der geringeren Ausbildung des Halses und der Brust der antiperistaltische Weg der Nahrungsmittel längs des Oesophagus und des Pharynx nach der Mundhöhle nicht nur absolut, sondern auch relativ kürzer ist, daß bei dem Säuglinge besonders die Mundhöhle und der Pharynx unten mehr allmälig in einander übergehen, und daß er endlich vorzüglich auf die am leichtesten heraufzubefördernden flüssigen Nahrungsmittel, insbesondere die zugleich etwas cohärentere Milch angewiesen ist, so sieht man, wie durch eine weise Vorrichtung alle Umstände zusammentreffen, damit eine durch die Verhältnisse so leicht angeregte Indigestion auf kürzestem Wege, d. h. durch Erbrechen dessen, was zu viel eingenommen worden, abgeschnitten werde. Ein Säugling erbricht sich daher ohne alle merkliche Beschwerde. Mit einem einfachen Aufstoßen, durch Unterstützung einer einzigen starken Ausathmung wirft er einen Theil der genossenen Milch aus, ohne sogar oft durch Weinen irgend eine Incommodität zu erkennen zu geben. Kinder brechen im Allgemeinen leichter als Erwachsene, und sie selbst vollziehen wiederum diesen Act um so schwerer, je älter und entwickelter sie sind. Nur ausnahmsweise finden wir ältere Personen, welche sich ohne alle Schwierigkeit, und noch seltener solche, welche sich sogar willkürlich erbrechen können.

Abgesehen von anderen Nebenverhältnissen der Reizbarkeit oder von organischen begünstigenden Momenten läßt sich hierbei in Betreff des Magens eine von folgenden zwei Arten von pathologischen Eigenthümlichkeiten vermuthungsweise annehmen. 1) Bei Personen, deren Fundus ventriculi sehr schwach ausgebildet, bei welchen also gewissermaßen der frühere kindliche Zustand des Magens zurückgeblieben ist, muß natürlich demgemäß, so weit dieses vom Magen abhängt, eine größere Leichtigkeit des Brechactes Statt finden. Umgekehrt werden Menschen mit sehr großem Blindsacke auf größere Schwierigkeiten stoßen. So viel ich weiß, liegen bis jetzt zur näheren Erhärtung dieser theoretisch fast gewissen Vermuthung keine sicheren Sectionsresultate vor. 2) Menschen, bei welchen eine Cardiaparthie des Magens durch eine Einschnürung mehr gesondert ist, zeigen deshalb nach den Erfahrungen einiger Forscher die Eigenthümlichkeit, daß sie nicht nur leicht brechen, sondern daß selbst dadurch eine Art krankhaften Wiederkauens (siehe unten bei diesem) entsteht. Die Abschnürung erzeugt entweder an der Uebergangsstelle der Speiseröhre in den Magen einen rundlichen größeren oder kleineren Theil, ein sogenanntes Antrum cardiacum, welches sogar über dem Zwerchfelle in der Brusthöhle liegen kann, oder es findet sich überhaupt nur eine stärkere durch eine Einfurchung mehr geschiedene Cardiaabtheilung, oder es existirt sogar noch die letztere Bildung neben einem höher hinauf befindlichen Antrum cardiacum. Natürlicher Weise werden die Speisen, wenn sie in dieses gelangen, von dem für das Erbrechen so hinderlichen Einflusse des Fundustheiles mehr oder minder bewahrt sein, und es dürfte dann auch im Ganzen der antiperistaltische Eintritt in den Oesophagus erleichtert werden. Bei den meisten Menschen aber, bei welchen diese seltneren Verhältnisse nicht eintreten, geht dem Erbrechen ein mehr oder minder bedeutender allgemeiner Kampf, der nach der Differenz der Individuen und der Nebenverhältnisse sehr verschieden ausfällt, voraus.

In den höheren Graden dieser Erscheinung zeigt sich folgende Phänomenenreihe. Bevor die Natur durch die Krise des Erbrechens eingreift, treten mannigfache Symptome von Mißbehagen und selbst von Schmerz auf. Es stellt sich ein unheimliches Gefühl in der Magengegend ein. Man empfindet entweder einen dumpfen Druck, oder ein Brennen, oder ein Ziehen. Der erstere erscheint besonders bei Ueberfüllung des Magens oder bei Indigestion, und führt nicht selten Kopfschmerz, vorzüglich in der Stirngegend, Unbehaglichkeit, faden oder üblen Geschmack im Munde, Ekel vor den Speisen, Abgeschlagenheit des Geistes und des Körpers, Neigung zum Frösteln, vermehrte Körperwärme u. dgl. mit sich. Das Brennen erscheint eher bei Personen, welche bei leererem Magen Brechanfälle erhalten, wie bei Hysterischen, bei Leuten mit zu großer Sensibilität des Magens, bei Menschen, welche versuchsweise oder zu anderen medicinischen Zwecken ein Brechmittel genommen haben, und verbindet sich leicht mit Gefühl von lästigem Ziehen und Kneipen. Erfolgt

---

[1]) (C. H. Schultz et) E. Salbach de diversa ventriculi forma in infante et adulto. Berolini. 1835. 8.

das Erbrechen durch die Erinnerung an ekelhafte Gegenstände, durch das Einathmen eines widerlichen Staubes oder ähnliche Ursachen, so zeigen sich diese letzteren Symptome, welche auch bei geringem Kampfe vor dem Brechen gänzlich fehlen können, im Anfange schwächer oder sie stellen sich erst in irgend bedeutender Heftigkeit kurz vor der Explosion ein und kommen stärker wieder, sobald der Magen nach dem ersten Erbrechen seine antiperistaltische Thätigkeit nur um so heftiger zu wiederholen beabsichtigt. Bei fast allen Arten des Erbrechens aber, am wenigsten noch bei denen, welche in Folge von Ueberfüllung des Magens vorzüglich mit Getränken eintreten, haben wir als Vorläufer eine immer größer werdende Uebelkeit. Während sie uns aber in den unangenehmsten Empfindungszustand versetzt, wirkt sie selbst jetzt schon keineswegs aufregend, sondern niederdrückend. Als höchst unangenehmes Gefühl macht sie leicht ungeduldig. Allein der Mensch wird hierdurch nicht angefeuert, so daß er seine Unbehaglichkeit durch Thätlichlichkeiten äußert. Er verlangt im Gegentheil, so lange er nicht ganz apathisch ist, Mitleid mit seinem Zustande und wird nur bestimmter oder gefaßter, wenn man ihm dieses versagt. Oft werden hierbei seine Sinne mehr oder minder getrübt. Es erzeugt sich neue Eingenommenheit des Kopfes und selbst Schwindel. Bald darauf stellt sich Aufblähung der Magengegend mit vermehrtem Schmerze ein. Mit Zunahme dieser Symptome erscheint Frösteln, Kälte der Extremitäten, verbunden mit Kälte und Bläße des Gesichtes, dessen Züge einfallen und sogar eine Art von Todtenaussehen momentan annehmen können. Es folgen Ohrensausen, schwarze Bilder vor den Augen, kalter Schweiß, vorzüglich an der Stirn, der Nase und den Wangen. Der Mensch fühlt das Bedürfniß, sich zu stützen, sich niederzusetzen, sich anzustemmen u. dgl. Der Puls zeigt sich bisweilen unverändert, bisweilen klein unterdrückt, aussetzend. Der Athem ist eher ruhig als beschleunigt. Bei zarten Personen können selbst ohnmachtähnliche Zustände eintreten. Es kommen dann wohl auch Muskelzittern, krampfhafte Bewegungen und Anstrengungen, Offenhalten des Mundes, Gähnen, Austritt von Thränen aus den Augenlidsaplten hinzu.

Diese traurige Scene wird schon im Anfange durch einzelne Acte des Aufstoßens unterbrochen. Zuerst erscheint häufig nur Luft, oder diese mit sehr kleinen Quantitäten von flüssigen oder halbflüssigen Substanzen vermischt. Die letzteren werden natürlich in ihrer meist unangenehmen Weise geschmeckt und vermehren daher die schon durch die Uebelkeit so sehr gesteigerte Unbehaglichkeit. In der Regel erfolgt das Aufstoßen, vorzüglich je näher es zum wahren Erbrechen kommt, um so energischer und convulsivischer. Es ist dann mit einer starken Exspiration und mit einer sehr kraftvollen Zusammenziehung der Bauchmuskeln verbunden. Die letztere versetzt den mit Blut stark gefüllten und zu sehr gereizten Magen, vorzüglich indem das Zwerchfell gleichzeitig nach oben zurücktritt, in eine plötzliche Stoßbewegung und wirkt so schmerzhaft, daß der Mensch unwillkürlich seine beiden Hände gegen die Oberbauchgegend führt und hier gegendrückt. Selbst wenn aber die genannten Phänomene den eben geschilderten Grad erreicht haben, braucht noch nicht nothwendiger Weise Erbrechen einzutreten. Der ganze Sturm kann sich allmälig wiederum legen. Allein es fehlt auch dann oft die nachfolgende Beruhigung, welche sonst, wenigstens nach den heilsameren Arten des Erbrechens, so häufig eintritt.

Verlängern sich jene Vorläuferzustände, so erscheint plötzlich unter einer lebhaften Ausathmung das Erbrechen selbst. Während einer heftigen Zusammenziehung der Bauchmuskeln, welche oft mit einem Gefühle von Einschnürung in der Magengegend verbunden ist, wird das Erbrochene rasch und mit einer Art deutlich empfundenen Wurfes nach der Mundhöhle hinaufgetrieben und wenigstens immer größtentheils zu dieser ausgeworfen. Durch die Nasenhöhle geht zu gleicher Zeit ein starker Luftstrom in der Richtung von innen nach außen. Er reißt Nasenschleim mit sich fort und läßt diesen entweder zu den Nasenöffnungen hervortreten oder mindestens so weit gelangen, daß sich bald nach dem Erbrechen das Bedürfniß des Schnäuzens meldet. Bisweilen werden auch mit dem Luftstrome erbrochene Materien, vorzüglich flüssige, wie vor Allem Blut, durch die Nasenöffnungen hervorgeworfen. Da, wie wir sehen werden, im Momente des Erbrechens ein vollständiger Abschluß des obersten Pharynxtheiles durch den weichen Gaumen leicht verhindert wird, so gelangen in manchen Fällen vorzüglich festere Bruchstücke durch die Choanenöffnungen in den hinteren Theil der Nasenhöhle, und müssen später entweder durch Schnäuzen, oder durch Einziehen von Luft, d. h. durch Einführung eines starken Luftstromes in der Richtung von den äußeren Nasenöffnungen nach dem Pharynx hin wieder entfernt werden. Alle in die Nasenhöhle getretenen oder

längs der Nasenschleimhaut rasch hingeführten Substanzen erregen nicht selten einen Kitzel, welcher Niesen zur Folge hat. Wir sehen daher Explosionen der Art unmittelbar oder einige Zeit nach dem Erbrechen eintreten. Auf ähnliche Weise wird auch oft im Momente des gewaltsamen Hinauftrittes der Speisen der Abschluß vor der Stimmritze und der über ihr befindlichen Parthie des Kehlkopfes unvollständig vollführt; daher nicht selten Husten nachfolgt.

Während des Erbrechens wird auch das Blut bei der energischen Contraction der Bauchmuskeln und dem Zurückdrängen der Baucheingeweide in bedeutendem Maße zurückweichen, so daß es eher nach dem Kopfe, dem Halse und den Brusteingeweiden fließt, obgleich die letzteren bei dem starken Hinauftreten des Zwerchfelles und den energischen Athmungsbewegungen im Ganzen das am wenigsten günstige Terrain für Blutüberfüllung darbieten. Zu gleicher Zeit wird bisweilen der Puls häufiger, schneller und härter, selten unregelmäßiger. Bei Leuten, welche Geneigtheit zu Congestionen nach dem Kopfe haben, entsteht dann auch nach der Angabe einzelner Aerzte eine momentane Röthe des Gesichtes. Die Augäpfel treten hervor und die Schläfenschlagadern klopfen stärker. Es wird dem Menschen schwarz vor den Augen. Es erscheint selbst augenblickliche Bewußtlosigkeit oder sogar in sehr unglücklichen Fällen nach der Angabe Einzelner Schlagfluß. Durch das starke Einziehen der Bauchmuskeln werden ferner die Eingeweide des Beckens gedrückt. Es tritt daher leicht eine kleine Portion Urin vorzüglich bei Frauen hervor. Bieten diese eine reichlichere Absonderung in ihrer Scheide dar, so kann auch etwas Schleim zur Schaamspalte auf diese Art ausgetrieben werden. Bei Personen, welche gleichzeitig an Diarrhö leiden, wird nicht selten eine geringe Menge flüssiger Masse durch den After hervorgespritzt.

Der ganze Act des Erbrechens aber wirkt gleich einer heftigen Erschütterung auf den gesammten Körper und hat daher, wenn mit ihm die Katastrophe beendigt ist, nachträglich beruhigende Folgen. Der Puls wird dann wiederum langsamer und bietet oft weniger Schläge als vorher dar. Die Körperwärme kehrt allmälig zurück und mit ihr verschwinden die Gefühle des Fröstelns, sowie die localen kalten Schweiße. Unter günstigen Verhältnissen geräth sogar die Haut in eine angenehme feuchte Ausdünstung. Der Kopf wird freier. Die Uebelkeiten, der Ekel und die mit ihnen auftretenden Symptome verschwinden, und der Organismus fühlt sich einer Bürde, die ihn früher beschwerte, entledigt. Bisweilen erscheint nur noch, selbst wenn keine Wiederholung des Brechactes droht, etwas Aufstoßen von Luft, seltener von Flüssigkeiten. Bei sensiblen Personen oder auch bei minder empfindlichen nach sehr heftigem Erbrechen kann endlich ein schmerzhaftes Gefühl in der Magengegend, ja ein deutlich wahrnehmbares Nagen, Brennen und Kneipen im Magen, welches aber auch nach einiger Zeit schwindet, zurückbleiben. Oft zeigt sich nach dem Erbrechen ein verstärktes Bedürfniß nach Nahrungsmitteln. Manche haben unmittelbar darauf Hunger, Andere dagegen eher Durst.

Setzen sich die Uebelkeit und das Erbrechen fort, so gesellt sich auch zu den geschilderten Erscheinungen eine neue Reihe krankhafter Aeußerungen. Abgesehen von verschiedenen hierher nicht gehörenden pathologischen Zuständen sehen wir dieses am deutlichsten bei der sogenannten Seekrankheit. Hier erzeugt sich durch die Fortdauer jenes peinlichen Zustandes, selbst wenn er mit keiner sehr bedeutenden Uebelkeit und keinem heftigen und anhaltenden Erbrechen verbunden ist, eine solche Apathie des Geistes, daß nicht nur fast alle Theilnahme verloren geht, daß es völlig gleichgültig wird, ob man gut oder schlecht, reinlich oder schmutzig liegt, sondern daß wir am Ende vielleicht wenig Widerstand leisten würden, wenn man uns über Bord werfen wollte. Zu gleicher Zeit aber beginnt erst, wenn alle Speisen aus dem Magen herausgeworfen worden sind, eine verstärkte Reihe von Leiden. Die convulsivischen antiperistaltischen Contractionen des Magens werden, wenn dieser leerer ist und wenn durch das Erbrechen nur noch etwas Magensaft oder andere Flüssigkeit davongeht, äußerst schmerzhaft. Man fühlt auf das deutlichste die wurmförmigen Zusammenziehungen vorzüglich der Portio pylorica. Die allgemeine Abmattung vergrößert sich, und man gelangt endlich so weit, daß es zu anstrengend ist, sich bei dem Erbrechen emporzurichten. Der Körper magert ab, und das Schwächegefühl nimmt mehr und mehr zu. Obwohl ein hoher Grad von Verstimmung eintritt, so kommt es doch zu keinem anhaltenden Ideengange irgend einer Art, selbst nicht zu consequenten Grübeleien über das vorhandene Leiden. Von Zeit zu Zeit sehnt man sich nur nach dem Ende der Qualen, nach dem Lande. Alle anderen Interessen gehen in der fast vollständigen geistigen Apathie verloren. Der durch viele Erfahrungen

erprobte Genuß fester Nahrungsmittel wirkt unter diesen Verhältnissen nur palliativ. Man giebt hierdurch dem Magen Substanzen, welche er wiederum ausbrechen kann, so daß seine antiperistaltischen Zusammenziehungen minder schmerzhaft werden. Das Einnehmen von Getränken dagegen, z. B. von Wasser, von Kaffee, beruhigt selten, sondern dient bei vielen Personen nur, das Brechen leichter hervorzurufen, ohne jedoch wahren Nutzen zu gewähren. Der Gebrauch des Champagners und anderer freie Kohlensäure enthaltenden oder entbindenden Mischungen dürfte nur höchstens momentan beruhigen, sonst dagegen eher schaden als nützen. So heftig nun aber auch alle diese Beschwerden sein mögen, so zehren sie den Organismus doch nie vollständig auf. Es können Menschen, welche sich Wochen und Monate lang auf offenem Meere befinden, unaufhörlich an Seekrankheit leiden und dadurch in hohem Grade an Masse verlieren. Sobald nur nach dem Landen ihr krankhafter Zustand aufhört, erholen sie sich, wenn sie sonst gut constituirt sind, ziemlich rasch und ersetzen durch eine reichliche Einnahme von Nahrungsmitteln den Verlust, welchen sie durch die Seekrankheit erlitten haben, verhältnißmäßig sehr schnell. Dagegen ist es im Allgemeinen unrichtig, wenn man glaubt, daß auch mit dem Landen alle Phänomene des Seeleidens verschwinden. Abgesehen von der nothwendigen Abgeschlagenheit des Körpers kehrt zwar das Erbrechen in der Regel auf dem Lande nicht mehr wieder; allein das Nagen im Magen und selbst die deutlich fühlbare wurmartige Bewegung desselben werden nicht selten noch stundenlang, nachdem man sich schon auf festem Boden befindet, auf eine sehr deutliche und oft sogar noch auf eine lästige Weise wahrgenommen. Daß der durch die ganze Seekrankheit leicht überreizte Magen gegen schwerere Speisen durch Schmerz reagiren könne, versteht sich von selbst.

Betrachten wir nun nach dieser Schilderung der äußeren Vorgänge, welche bei dem Erbrechen auftreten, die specielleren Mechanismen der bei ihm thätigen Apparate, wie man sie vorzüglich durch Vivisectionen an fleischfressenden oder an wiederkäuenden Säugethieren kennen gelernt hat, so ergiebt sich zunächst, daß wir es hier mit einer complicirten Thätigkeit zu thun haben. Denn bei ihr werden, sobald sie in irgend bedeutendem Grade auftritt, die Muskulatur des Magens und die Ausathmungsmuskeln zugleich in Anspruch genommen. Unter begünstigenden Verhältnissen aber kann auch nur der eine Theil der beiden genannten Apparate schon für sich den Brechact hervorrufen — ein Verhältniß, das wir in analoger Weise bei der Entleerung des Harnes und des Kothes und zum Theil bei der Geburt des Kindes ebenfalls wiederkehren sehen werden. Der Magen selbst bläht sich, während die heftigere Neigung zum Erbrechen dauert, mehr oder minder stark auf und kann auf diese Art (bei Hunden) so sehr an Volumen zunehmen, daß er das Dreifache seines früheren Umfanges erhält (Budge). Der Aufblähung welche bald etwas rascher, bald etwas langsamer, jedoch immer allmälig erfolgt, entsprechend, streicht, wenn die Luft von außen eingesogen wird, ein feiner Strom derselben längs der Oberfläche des Pharynx hin und kann daher das Ekelgefühl unterhalten oder sogar noch zugleich vermehren. Auf diese Ausdehnung folgt dann eine mehr oder minder energische Zusammenziehung des Pförtnertheiles, welcher den Mageninhalt von rechts nach links, nach dem Fundus und der Cardiaparthie hin schiebt. Die in dem Magen enthaltene Luft folgt natürlicher Weise dieser Bewegung am leichtesten und wird zum Theil durch die geöffnete Cardiamündung, die Speiseröhre und den Schlund hinauf befördert. Hierdurch entsteht dann das Aufstoßen, welches so häufig dem wahren Erbrechen vorangeht.

Beide Thätigkeiten aber, sowohl das Aufblähen des Magens, als der durch die Zusammenziehung des Pylorustheiles bedingte Stoß zeigen, wie die meisten Phänomene, welche bei dem Erbrechen vorkommen, mehr oder minder ausgesprochene Intermissionen. Erfolgen die Stöße des Pförtners rasch hinter einander und vorzüglich mit verstärkter Intensität, so wird auch der tropfbar flüssige oder halbfeste Mageninhalt durch die Cardiaöffnung in den Oesophagus geschleudert, hier durch eine starke und augenblickliche unterstützende antiperistaltische Bewegung nach oben geworfen und mit Hülfe eingreifender Functionen des Pharynx und der Theile der Mundhöhle nach außen befördert. Es ergiebt sich aber von selbst, daß der Grad und die Art der Füllung des Magens sowohl auf diese Bewegungen selbst, als auf das Resultat derselben von wesentlichem Einflusse sein muß. Dauert die Intensität dieser tumultuarischen Thätigkeit nicht länger fort, wiederholt sie sich nicht ferner, so kann der ganze Sturm mit bloßem Aufstoßen schließen, ohne daß es zum Erbrechen von Stoffen von größerer Consistenz kommt. Mit gänzlicher oder

selbst nur theilweiser Entfernung der durch das Aufblähen in den Magen gelangten Luft ist Alles beendigt. Ist umgekehrt der Magen schon von vorn herein durch Nahrungsmittel übermäßig gefüllt, so wird weniger Luft bei dem Aufblähen eintreten. Es muß dann weniger das Aufstoßen, als das wahre Erbrechen vorherrschen. Sind die den Magen prall anfüllenden Substanzen tropfbar flüssig, so wird ihr antiperistaltisches Austreten zwar etwas schwerer als das Aufstoßen, jedoch viel leichter als das Ausbrechen fester Stoffe zu Stande kommen — lauter Folgerungen, welche auch die tägliche Erfahrung hinreichend bestätigt. Befinden sich nur wenige nicht luftförmige Massen im Magen, so wird die ganze Magenbewegung um so kraftvoller und stürmischer sein müssen, je geringer die Quantität der herauszubefördernden flüssigen oder festen Massen ist. Daher erscheint bei der Seekrankheit und anderen pathologischen Verhältnissen das Erbrechen erst recht schmerzhaft, wenn sich der Magen in leerem Zustande befindet.

Da aber der Stoß, welcher das Erbrechen, soweit es von dem Magen abhängt, vorzugsweise bedingt, von der Pylorushälfte ausgeht, so muß jede Reizung derselben, welche sie zu Thätigkeiten der Art anregt, auch sogleich Brechacte bedingen. Es werden in diesem Falle die in den Magen gelangten Speisen eher antiperistaltisch als peristaltisch fortgeschafft werden. Auch dieser Schluß wird durch die Erfahrungen der Physiologie sowohl als durch die der Pathologie bestätigt. Führt man in den Pylorustheil des Magens einer Katze in der Mitte ein Bändchen ein und schnürt dasselbe so zu, daß nur noch die eine Hälfte der Pförtnerparthie offen bleibt, so erbricht das Thier alle flüssigen Nahrungsmittel in kurzer Zeit, während die in dem Magen befindliche Luft in jedem Falle durch die von rechts nach links erfolgenden Stöße nach dem Fundus und der Cardia unter Kollern befördert und häufig durch Aufstoßen entleert wird (Budge). Alle Entartungen des Pförtnertheiles des Magens, vorzüglich der Scirrhus pylori, alle Desorganisationen der Leber, des Pancreas und anderer Nachbarorgane, wodurch ein anhaltender Druck oder eine krankhafte Reizung der Pförtnerhälfte entsteht, haben als stete Begleiter anhaltendes Erbrechen zur Folge. Dieses tritt dann um so eher ein, als Kranke der Art bei ihrem sonstigen Zustande auf meist milde flüssige Nahrungsmittel angewiesen werden müssen, weil feste derbere den Magen mehr reizen, auf diese Weise das Uebel verschlimmern und einen nur intensiveren Brechact bedingen.

Der von der Pylorushälfte bewirkte, von rechts nach links gehende Stoß muß, wenn mit Leichtigkeit Erbrechen eintreten soll, vorzüglich gegen die Cardiagegend gerichtet sein. Eine starke Ausbildung des Blindsacktheiles aber und überhaupt eine sehr weit nach links und gegen die Mitte des Magens hin gelegene Einmündung des Oesophagus erschwert diese Bedingung dadurch, daß die Speisen durch solche Stöße in den Fundus gerathen und sich hier gleichsam fangen. Es erhellt schon hieraus, daß eine größere Ausbildung des Blindsackes und die Einpflanzung des Oesophagus weiter nach rechts das Erbrechen bedeutend erschweren, ja sogar vielleicht das antiperistaltische Hinauftreten festerer Materien fast unmöglich machen können. Diese Momente geben, wie schon erwähnt wurde, den Grund ab, weshalb Fleischfresser, wie der Hund, die Katze, so leicht, Pflanzenfresser, wie das Pferd, das Kaninchen, fast nie brechen (C. H. Schultz) [1]. Denn die ersteren besitzen einen geringeren, die letzteren einen verhältnißmäßig großen Fundus, mit dem ein starkes Hinüberrücken der Cardiamündung nach links verknüpft ist. Die hemmende Wirkung des Fundus bestätigt sich noch dadurch, daß selbst bei leicht sich erbrechenden Geschöpfen nach dem Brechacte nicht selten feste Substanzen, wie z. B. Brotstücke in dem Blindsacke zurückbleiben. Ob sich, wie vielleicht wahrscheinlich sein dürfte, noch andere Organisationsverhältnisse, welche besonders bei stärkerem Fundus eine intensivere Verschließung der Cardiaöffnung bedingen, hiermit verbinden, steht dahin.

Die Athembewegungen unterstützen das Erbrechen auf eine sehr wesentliche Art. Sie harmoniren in ihren einzelnen Momenten mit den bei diesem Acte zum Vorschein kommenden Thätigkeitsäußerungen auf eine bewunderswürdige Weise. Die Einathmungsbewegungen treiben den Magen, indem das Zwerchfell hinabtritt, nach unten. Dieser kann bei der gleichzeitigen Ausdehnung der Bauchmuskeln, vorzüglich mit seinem unteren Theile mehr nach vorn weichen und sich vielleicht auch leichter aufblähen. Indem sich aber bei dem Ausathmen die Bauchdecken gewaltsam zusammenziehen und gegen die Eingeweide

---

[1] C. H. Schultz de alimentorum concoctione experimenta nova. Berolini. 1834. 4.

des Unterleibes in der Richtung von vorn nach hinten drücken, üben sie zugleich eine Druckkraft auf den Magen selbst aus. Diese muß natürlich mit der Energie der Zusammenziehung der Bauchmuskeln in gleichem Verhältnisse stehen. Da nun während des gewöhnlichen Brechactes eine heftige Ausathmungsbewegung eintritt, so wird natürlicher Weise jene Pressung sehr stark ausfallen. Diese wird um so bedeutender wirken müssen, je voller der Magen ist, je weniger er also relativ bei dem gleichzeitigen Hinaufsteigen des Zwerchfelles auszuweichen vermag. Enthält er viel feste oder flüssige Körper und wird er hierdurch schwerer, so muß dieses bei aufrechter Stellung des ganzen Körpers oder auch nur des Rumpfes die Wirkung jener Druckkraft nur erhöhen. Unwillkürlich unterstützen wir diese Verhältnisse noch dadurch, daß wir häufig im Momente des Erbrechens mit beiden Händen gegen die Magengegend fahren, oder mit einer flachen Hand dieselbe drücken. Hieraus ergiebt sich nun 1) daß die Druckkraft der Bauchmuskeln um so stärker ausfallen muß, je intensiver der das Erbrechen begleitende Ausathmungsact ist. 2) Daß derselbe Grad von Contraction der Bauchmuskeln bei sehr gefülltem Magen bedeutender als bei leerem wirken kann. 3) Ist die Füllung nur zu einem großen Theile durch Luft, durch die Aufblähung des Magens bedingt worden, so wird der Druck das Gas leichter als andere Stoffe austreiben. Es wird bei schwächeren Ausathmungsbewegungen nur Aufstoßen und erst bei stärkeren wahres Erbrechen entstehen. 4) Wurde die Füllung zugleich durch eine große Menge Flüssigkeit bedingt, so wird schon selbst eine geringere Druckkraft der Bauchmuskeln Erbrechen derselben hervorbringen, als wenn mehr feste, also einen stärkeren Widerstand leistende Nahrungsmittel vorhanden sind. Bei dem durch bloße Flüssigkeit ausgedehnten Magen muß selbst die Pressung der Bauchmuskeln allein das theilweise Hinaufschieben in die Speiseröhre besorgen können, weil das Fluidum bei seinem allseitigen Ausweichen weniger nach dem Zwölffingerdarm als nach dem Oesophagus unter gewissen Verhältnissen fortgeschoben werden kann. Bei der größeren Leichtigkeit aber, mit welcher Flüssigkeiten überhaupt antiperistaltisch hinaufbefördert werden, wird auch umgekehrt der Magen allein durch den Stoß seines Pförtnertheiles und ohne sehr nachdrückliche Hülfe oder sogar gänzlich ohne Unterstützung der Bauchmuskeln das Auswerfen der Fluida zu übernehmen vermögen. Dasselbe gilt von der Luftfüllung des Magens. Das Aufblähen dieses Organes bildet schon bei jedem Brechacte eine natürliche Vorbereitung und eine Art von Begünstigungsmittel. Ein Mann, der sich willkürlich erbrechen konnte, bewirkte es seinem Geständnisse nach dadurch, daß er vorher Luft einschluckte und dann mit dieser auch den übrigen Mageninhalt hinaufbeförderte (Gosse der Aeltere). Je kälter die Atmosphäre war, um so weniger brauchte von ihr zu diesem Zwecke hinabgeschluckt zu werden.

Die beiden letzteren Folgerungen beantworten zugleich eine Streitfrage, die früher vielfach angeregt worden, ob nämlich das Erbrechen nur durch den Magen oder nur durch die Bauchmuskeln bedingt wird. Beides kann isolirt Statt finden. Der aus dem Bauche hervorgezogene und so von dem Drucke der Bauchmuskeln befreite Magen vermag unter begünstigenden Umständen an und für sich Erbrechen zu erzeugen. Setzt man ihn einem möglichst starken Brechreize aus, zieht man z. B. durch seinen Pförtnertheil ein Bändchen und schnürt dasselbe zu, gehört das Thier, z. B. eine Katze, zu den sich leicht erbrechenden, so wird alle eingenommene flüssige Nahrung, z. B. Suppe, immer wieder ausgebrochen (Budge). Hieraus erklärt sich dann, wie Menschen, bei denen wegen der Existenz eines Zwerchfellbruches der Magen in der Brusthöhle liegt und so von den Ausathmungsbewegungen der Bauchmuskeln und des Zwerchfelles weniger stark influencirt wird, brechen können. Umgekehrt ist man auch im Stande, sobald man den Magen ausgeschnitten und ihn durch eine mit Wasser gefüllte Blase ersetzt hat, durch Einsprützung eines Brechmittels ins Blut als Begleiter der Wirkung des Medicamentes, eine so heftige Ausathmung zu erzeugen, daß die Flüssigkeit antiperistaltisch herausgeworfen wird (Magendie). Allein daß die Natur für die gewöhnlichen Brechacte eine Vereinigung beider einander unterstützenden Thätigkeitsarten bestimmt hat, lehrt der Umstand, daß Reizung des Ganglion coeliacum bisweilen auch ein sympathisches Erzittern der Bauchmuskeln nach sich zieht (J. Müller) und daß sich die letzteren, selbst wenn der Magen aus dem Unterleibe eines lebenden Thieres hervorgezogen worden, noch oft während des Brechactes zusammenziehen (Budge). Diese Sympathie der gleichzeitigen Thätigkeiten des Pförtnertheiles des Magens und der Abdominalmusculatur spricht mehr für die ursprünglich gemischte Natur des Erbrechens als jedes andere aus mehr einseitigen Versuchen und Beobachtungen entnommene Räsonnement.

Das Hinauftreten des Erbrochenen durch die Speiseröhre und den Pharynx nach der Mundhöhle erfordert natürlicher Weise, wenn es von keinem Husten begleitet und mit keinem Uebergange der Massen in die Nasenhöhle verknüpft sein soll, ähnliche Vorsichtsbewegungen des Kehldeckels und des weichen Gaumens wie bei dem Schlingen. Durch die Hebung des Kehlkopfes und des Pharynx wird, abgesehen von aller Muskelthätigkeit, das Hinüberklappen der Epiglottis begünstigt. Allein aus zwei Ursachen erfährt diese Thätigkeit öftere Störungen. Einerseits nämlich bedingt die mit dem Brechacte zusammenfallende Ausathmung, daß fast gleichzeitig ein Luftstrom aus der Stimmritze hervortritt und anderseits treffen zuerst die in antiperistaltischem Wege begriffenen Nahrungsmittel nicht die angeheftete Basis, sondern den freien Randtheil der Epiglottis. Nur die Schnelligkeit des Wurfes verhindert hier stärkere schädliche Eingriffe. Allein nichts desto weniger erscheint doch häufig nach dem Brechacte Husten. Der Abschluß des obersten Pharynxtheiles soll nun durch eine analoge Thätigkeit der hinteren Gaumenbogen, wie sie bei dem Schlucken Statt findet, zu Stande kommen. Die vorderen Gaumenbogen dagegen entfernen sich um so mehr von einander, je mehr die Zungenwurzel hinabtritt, um dem Ausgange der Speisen Raum zu verschaffen (Dzondi). Die Veränderungen des weichen Gaumens gestalteten sich hier also ungefähr auf ähnliche Weise, wie wenn wir bei künstlich niedergedrückter Zunge zu schlucken versuchen.

Die Ursachen, welche Erbrechen bedingen, sind äußerst mannigfaltig. Als die vorzüglicheren von ihnen können folgende angesehen werden. 1) Wie schon angeführt wurde, mechanische Reizung des Pförtnertheiles des Magens, sei es durch künstliche Einführung eines Bändchens oder eines anderen reizenden Körpers in denselben oder durch Verhärtungen oder sonstige Entartungen dieses Theiles oder der Nachbargebilde desselben. 2) Durch Ueberfüllung des Magens mit Speise und Trank, durch den Genuß von Nahrungsmitteln, welche von selbst oder in Folge ihrer Gährungsprocesse viel Luft entwickeln und den Magen mehr oder minder aufblähen. 3) Durch zu große Reizbarkeit des Magens, vermöge welcher dann bei geringeren Graden des Leidens nur mehr angreifende, bei stärkeren selbst sehr milde Nahrungsmittel Brecherfolge nach sich ziehen. Hierher gehören eine große Reihe von pathologischen Zuständen, deren nähere Verhältnisse uns meist noch unbekannt sind. Einerseits kann diese zu große Irritabilität durch mechanische oder chemische Verletzungen, oder durch Krankheiten des Magens selbst entstehen. Verdauungsschwäche, Entzündung des Magens kann dergestalt wirken, daß jedes Nahrungsmittel Erbrechen anregt. Anderseits vermögen Affectionen anderer Unterleibsorgane ganz die gleichen Einflüsse auf den Magen auszuüben. Entzündung des Bauchfelles, des Darmes oder irgend eines Unterleibseingeweides, Reizung der Ovarien und des Uterus in Folge der Empfängniß und der Schwangerschaft erzeugen sehr häufig Erbrechen. 4) Irritation des Schlundes und bei größerer Empfindlichkeit selbst schon des weichen Gaumens und der Zungenwurzel bedingt zunächst antiperistaltische Bewegung der oberen Schlingwerkzeuge und dann selbst Erbrechen. Der Arzt stößt daher z. B. auf Hindernisse der Art, wenn er behufs der genaueren Inspection des weichen Gaumens, der Mandeln und der Nachbartheile die Zungenwurzel mit dem Löffelstiele oder dem Spatel niederdrückt. Kitzeln der Schleimhaut des Rachens mittelst eines Federbartes erzeugt leicht Erbrechen. Es giebt Menschen, welche so empfindlich sind, daß für sie das anhaltende Einathmen von Bücherstaub ein sehr sicheres Brechmittel bildet. Merkwürdiger Weise entstehen auch hier die Folgebewegungen des Erbrechens leichter, wenn der Eindruck mehr als leises Kitzeln, denn wenn er als starkes Stechen, Schneiden u. dgl. auftritt. Auch krankhafte Reizungen der Theile der Mund-Rachenhöhle bedingen Erbrechen. Wir finden es daher z. B. oft bei dem Zahnen und bei Affectionen des weichen Gaumens und des Rachens.

5) Der Genuß mancher Substanzen oder deren unmittelbare Einführung in das Blut ruft auf eine uns noch unerklärliche Weise Ekel und Erbrechen hervor. Zuvörderst hat die Natur diese Wirkungen gewissermaßen als instinctive Wächter hingestellt. Denn sie erzeugen sich bei dem Genusse von faulenden, vorzüglich thierischen Nahrungsmitteln. Nur die Noth oder die durch eine übertriebene Civilisation bedingte Gewohnheit, wie z. B. bei Personen, welche Wildpret à haut gout lieben, kann diese Instinctwirkungen abstumpfen. Eine Reihe anderer, theils scharfer Stoffe, wie z. B. die Scilla, theils narkotisch scharfer Substanzen, wie der Taback wirken zugleich Brechen erregend, sobald sie in die Schlingwerkzeuge oder in den Magen in geeigneten Formen eingeführt werden. In Folge des Tabackschnupfens erbricht sich kein Mensch. Dagegen haben fast alle Tabackrau-

cher im Anfange durch Uebelkeit und Erbrechen ihren Tribut bezahlt. Das Rauchen durch Pfeifen bedingt es im Allgemeinen weniger, als das von Cigarren, und die letzteren sind bekanntlich ihrer sogenannten Schwere nach in dieser Beziehung äußerst verschieden. Endlich giebt es eine Reihe von Stoffen, welche sich vorzüglich dadurch auszeichnen, daß ihre Einführung in den Magen oder direct in das Blut schon in sehr geringer Menge Erbrechen hervorbringt, und die wir mit dem Namen der Brechmittel oder der Vomitive bezeichnen. Hierher gehören vor Allem der Brechweinstein (Tartarus stibiatus), die Ipecacuanha und das Zincum sulphuricum. Andere Körper, wie z. B. viele Metalle, besitzen ähnliche Eigenschaften in geringerem oder bedeutenderem Grade.

6) Fremde, im Blute befindliche Körper, z. B. Eiter, können in begünstigenden Fällen als Brechreize wirken. Eben so sehen wir, daß sich bisweilen das Blut, wenn gewisse Absonderungen stocken, der nicht auf dem Normalwege auszuführenden Stoffe durch Erbrechen entledigt. Dieses führt dann in einzelnen Fällen z. B. eine nach Harn riechende Flüssigkeit aus. Statt der Regeln stellt sich manches Mal periodisches Blutbrechen ein. Unterdrückung der Hautausdünstung kann Erbrechen hervorrufen u. dgl. mehr. 7) Alle krankhaften Thätigkeiten, welche die Zusammenziehungen des Zwerchfelles vermehren oder die Ausathmungsbewegungen steigern, vermögen natürlicher Weise brecherregend zu wirken. 8) Viele organische Leiden des Nervensystemes sind mit Erbrechen verknüpft. Zuvörderst soll bei Entzündung derjenigen nervösen Parthie, von welcher zum Theil die Bewegung des Magens, vorzüglich die der Pförtnerhälfte abhängt, nämlich bei inflammatorischer Reizung des Ganglion coeliacum Erbrechen als begleitendes Symptom beobachtet worden sein. (Lobstein, Swan, Fr. Nasse). Affectionen derjenigen Stellen des centralen Nervensystemes, durch welche die bewegenden Fasern des Magens, besonders des Pförtnertheiles, verlaufen, regen auch leicht unter gewissen Verhältnissen Erbrechen an. Wir finden dieses z. B. bei Krankheiten des oberen Theiles des Rückenmarkes, des kleinen und des großen Gehirnes. Erbrechen erscheint z. B. nach Kopfverletzungen, bei Wasseraustritt in die Ventrikel des großen Gehirnes, vorzüglich bei Kindern, bei Hirnentzündung, bei Apoplexie, bei organischen Entartungen des Hirnes u. dgl. Insbesondere soll Reizung der rechten Großhirnhemisphäre Neigung zum Erbrechen zur Folge haben (Budge). Nach Zerstörung des Balkens erscheint es mit solcher Intensität, daß selbst Thiere, wie Kaninchen, die sonst fast nie brechen, flüssigere bis halbflüssige Massen nach der Mundhöhle hinaufbringen. Für die meisten Menschen bildet der auf materiellen, momentanen Veränderungen in dem großen oder kleinen Gehirn beruhende Schwindel einen mehr oder minder energischen Brechreiz. Er allein ist die Ursache der Seekrankheit, da er durch das doppelte Schaukeln des Schiffes von vorn nach hinten und von einer Seite zur anderen erregt wird. Die letztere Richtung erzeugt ihn meist leichter als die erstere. Wie sehr die Seekrankheit von der Geneigtheit schwindlig zu werden abhänge, lehrt z. B. der Umstand, daß viele Menschen auf offenem Meere, wo sie nichts als Himmel und Wasser sehen, bei nicht zu stürmischem Wellenschlage nicht seekrank werden. Sie verfallen aber leicht in dieses Leiden, sobald sie sich der Küste annähern und hier durch eine erklärliche Täuschung, vermöge des Schwankens des Schiffes, die vorzüglich bergigen Ufer vor ihren Augen auf- und abgehen. Ihr Unwohlsein mindert sich bald, wenn sie nur in das offene Meer hinausblicken. Ein gewisser Maaßen indirect erzeugtes Erbrechen entsteht nach Durchschneidung der beiden herumschweifenden Nerven oder selbst nur eines derselben am Halse und wurde auch bei ähnlichen Krankheitsfällen des Menschen beobachtet. Thiere mit weitem Fundus erbrechen sich in der Regel nach jener Operation ebenfalls nicht. Junge Hunde dagegen, die viel Milch genießen, bringen diese bisweilen auf antiperistaltischem Wege, schon selbst nach Durchschneidung eines herumschweifenden Nerven wieder heraus. Einerseits bedingt jener Eingriff oft, wenn auch seltenere, doch tiefere Einathmungs- und stärkere Exspirationsbewegungen. Anderseits wird durch jene Operation das im Gleichgewicht befindliche antiperistaltische Verhältniß der Magenmusculatur aufgehoben. Die Portio pylorica gewinnt ein Uebergewicht für ihre Contractilität. Beide Momente treten auch hier wiederum wahrscheinlich gleichzeitig ein. Endlich 8) können die verschiedensten Empfindungen und geistigen Eindrücke Erbrechen zur Folge haben. Heftiger Schmerz bedingt z. B. dasselbe, und wir sehen daher während chirurgischer Operationen Uebelkeiten und Erbrechen und nachfolgende Ohnmachten eintreten. Den letzteren überhaupt geht nicht selten Brechen unmittelbar voran. Dieses erfolgt auch nach den verschiedenartigsten Gemüthseindrücken, nach Schreck, Aerger, Kummer. Der Eckel, welcher

durch widrige Gegenstände entsteht, alle Sinneseindrücke, welche solche auffassen, die Erinnerung, welche diese wiedergiebt, die Phantasie, welche sie erfindet oder ausschmückt, alle diese Momente können Erbrechen um so leichter veranlassen, je sensibler und zum Brechen geneigter das Individuum ist. Sie wirken daher auch bei Frauen eher als bei Männern.

Durch ihre allgemeineren Einflüsse auf die Thätigkeiten des übrigen Organismus werden Uebelkeit und Erbrechen zu Erscheinungen, deren Anregung für den Arzt von unschätzbarem Werthe ist. Der Gebrauch der Brechmittel dient ihm nicht bloß, um ein Uebermaß von Speisen aus dem Magen zu entfernen, sondern um einer großen Reihe anderer Erscheinungen entgegenzutreten. Wir versetzen z. B. einen Menschen, dessen Ideen ganz abnorm oder fix auf gewisse Punkte gerichtet sind, in einen fortwährenden Zustand des Ekels und der Uebelkeit, damit dieser seinen Geist von der ihm gewöhnlichen krankhaften Thätigkeit abziehe und zugleich jede Exaltation herabstimme. Daher die oft so ausgezeichneten Wirkungen anhaltender kleiner Gaben von Brechweinstein bei Manie, bei fixen Ideen, bei Säuferwahnsinn und ähnlichen Leiden. Bei dem Erbrechen wirkt nicht bloß die einfache antiperistaltische Ausleerung, sondern in noch höherem Grade die ganze Abspannung, welche vor dem Brechacte, die Erschütterung, welche während desselben, und die wohlthätige Reaction, welche nach ihm eintritt. In allen diesen dreifachen Beziehungen gebrauchen wir mit Nutzen die Brechmittel. Wir versuchen z. B. einen eingeklemmten Bruch während der Anstrengung zum Erbrechen zurückzuführen. Die hiermit verbundene Erschütterung dient uns zu verschiedenen mechanischen oder sogenannten dynamischen Zwecken, indem wir durch sie Stoffe fortzuschaffen uns bemühen und zugleich eine erhöhete Aufsaugungsthätigkeit oder irgend eine Ableitung erzielen. Wir geben z. B. einem Kinde, das an häutiger Bräune leidet und in dessen Luftröhre und Bronchialverzweigungen Ausschwitzungen entstanden sind, ein Brechmittel, um diese fremden Producte durch den heftigen Exspirationsstrom hinwegzuführen und zugleich den Sturm von den Athmungsorganen abzuleiten. Wir gebrauchen Vomitive, um die Aufsaugung abgelagerter, krankhafter Stoffe zu befördern, Geschwülste zu verkleinern, Eiterdepots zu vermindern u. dgl. mehr. Allein gerade diese erschütternden Wirkungen verbieten uns leicht die Anwendung solcher Mittel. Ein zu Blutspeien geneigter Mensch z. B. kann durch heftiges Erbrechen einen Anfall seiner Krankheit erhalten. Eine Pulsadergeschwulst vermag während desselben zu bersten und so den Tod herbeizuführen. Die nach dem Brechen erfolgende Krise endlich dient uns noch, um eine wohlthätige warme Ausdünstung der Haut hervorzurufen.

Keine Function, welche diese Natur für den Normalzustand und vorzüglich für eine häufige Wiederkehr bestimmt hat, erscheint mit gewaltsamen oder selbst unnöthig schmerzhaften Nebenprocessen verbunden. Wo daher Erbrechen als ein unabweisliches Unterstützungsmittel gewisser regelrechter Thätigkeiten auftritt, besteht es nicht in jenem stürmischen Acte, welchen wir so eben ausführlich betrachtet haben, und der häufig die abnormen Nachbewegungen des Niesens und des Hustens zur Folge hat, sondern mehr in einem mit intensiveren Ausathmungsbewegungen verbundenen Aufstoßen, welches keine der genannten Folgen nach sich zieht. Dieses sehen wir schon zum Theil bei dem Erbrechen des Säuglinges und vorzüglich bei demjenigen Brechacte, welchen die wiederkäuenden Säugethiere darbieten, damit die Speisen einige Zeit nach dem ersten Hinabschlucken von Neuem in die Mundhöhle hinaufbefördert werden, um einen abermaligen Act des Kauens zu erleiden. Natürlicher Weise gehört die Betrachtung dieser Erscheinungen nicht hierher, sondern in die Physiologie der Säugethiere [1]. Nur so viel muß hier bemerkt werden, daß das dann Statt findende Erbrechen nicht nur durch den Mangel aller krampfhaften und stürmischen Zusammenziehungen, sondern auch durch den Mechanismus der Magenbewegungen von den Brechphänomenen des Menschen wesentlich abweicht. Bei diesem und den nicht wiederkäuenden Säugethieren erfolgt der antiperistaltische Stoß durch die Portio pylorica. Sie entspricht unter den vier Magen, welche die Wiederkäuer besitzen, wahrscheinlicher Weise vorzüglich dem letzten Magen oder dem Labmagen. Nicht aber

[1] S. das Nähere vorzüglich in: G. C. Haubner über die Magenverdauung der Wiederkäuer nach Versuchen, nebst einer Prüfung der Flourens'schen Versuche über das Wiederkäuen. Anclam. 1837. 8.

dieser, sondern der zweite, die sogenannte Haube oder der Netzmagen, welcher am häufigsten mit dem Schlunde verbunden ist, vollführt hier diese Function.

Das krankhafter Weise auch bei dem Menschen vorkommende Wiederkauen ist im Ganzen genommen, seinen speciellen Verhältnissen nach, ziemlich dunkel. Zuvörderst scheint es nämlich möglich, daß bisweilen Menschen, welche überhaupt unreinlich sind und sich zugleich mit großer Leichtigkeit erbrechen können, aus Unart und Gewohnheit zu Wiederkäuern werden und diese Eigenthümlichkeit selbst noch in späterem Lebensalter annehmen können. Dagegen finden wir sie bei anderen Personen wahrscheinlich durch organische Structurverhältnisse bedingt. In diesem Falle wird diese Anomalie selbst manches Mal als erblicher Fehler beobachtet. Existirt z. B. ein Antrum cardiacum, so befindet es sich in entfernt ähnlichen Verhältnissen zu dem Oesophagus, wie der Netzmagen zur Speiseröhre der Wiederkäuer. Es kann ein durchaus beschwerdeloses, wenn auch minder vollkommenes Wiederkäuen anregen, sobald es stärker contractil ist, einen bedeutenderen Apparat von Muskelfasern und von bewegenden Nerven besitzt. In dieser letzteren Beziehung hat man nun auch in einem Falle von Existenz des antrum cardiacum den innern Ast des Beinnerven, welcher in den herumschweifenden Nerven eintritt, größer als gewöhnlich gefunden (Fr. Arnold).

Die Bewegungen der dünnen Gedärme sind im Ganzen einfacher als die des Magens und lassen sich auch leichter an eben getödteten oder lebenden Thieren beobachten, ja selbst in verhältnißmäßig häufigeren Fällen bei dem Menschen wahrnehmen. Oeffnen wir die Bauchhöhle eines unmittelbar vorher seines Lebens beraubten Säugethieres, so erregt die plötzliche Einwirkung der Atmosphäre die lebhaftesten Dünndarmbewegungen. Es entstehen abwechselnde Verengerungen und Erweiterungen, Einschnürungen und Erschlaffungen, Acte von Zusammenfallen und Aufblähen, welche sich mehr oder minder rasch wurmartig fortpflanzen. Daher man auch diese Erscheinung mit dem Namen der wurmförmigen Darmbewegung bezeichnet. Der ganze Proceß, welcher, wenn viel Luft im Darmcanale vorhanden, mit oft deutlich hörbarem Kollern verbunden ist, geht so schnell und tumultuarisch von sich, daß, wenn im Leben nach Einwirkung von Reizen das Gleiche Statt fände, die Nahrungsmittel viel zu geschwind diese wichtige Parthie des Verdauungscanales durchlaufen müßten. Wir sehen aber unmittelbar an uns gerade das Gegentheil. Bei guter Verdauung und im Normalzustande der dafür bestimmten Apparate überhaupt werden die Speisen Stunden, ja vielleicht bisweilen Tage lang in den dünnen Gedärmen zurückgehalten und nur bei Diarrhö und anderen krankhaften Reizzuständen der Gedärme, bei Flatulenz durchsetzen die Stoffe den Dünndarm und die übrigen unteren Theile des Nahrungsschlauches mit größerer Schnelligkeit. Hieraus folgt schon von selbst, daß im Leben die gewöhnlichen Reize schwächere oder vielmehr länger anhaltende, sich nicht mehr so schnell fortpflanzende Darmbewegungen veranlassen müssen — eine Annahme, welche auch physiologische Versuche vollkommen bestätigten und deren entferntere Ursachen wir in der Physiologie des Nervensystemes kennen lernen werden. Oeffnet man den Unterleib eines lebenden Thieres, so erzeugt der Reiz der einstürzenden Atmosphäre eine weit weniger lebhafte wurmartige Darmbewegung (Budge). Wird bei einer an dem Menschen gemachten Bruchoperation durch Unvorsichtigkeit das in den Bruchsack vorgeschobene Bauchfell durchschnitten, oder ist dieses schon vorher durch brandige Zerstörung in seiner Cohärenz oder 181

Continuität verletzt worden, so geräth das bloßgelegte Darmstück in keine so stürmische Bewegung, als sich nach den an getödteten Thieren anzustellenden Versuchen erwarten ließe. Dieselbe Erfahrung machen wir, wenn bei dem Kaiserschnitte oder jeder anderen mit Durchschneidung der Bauchdecken verbundenen Operation unglücklicher Weise eine Darmparthie durch die Wunde heraustritt. Es ist überhaupt wahrscheinlich, daß sich die Intensität der Darmbewegungen für die Normalfälle je nach den Reizen, welche der Darminhalt ausübt, und nach der Nothwendigkeit, welche seine Verdauung und Auffaugung erfordert, reguliren.

Beiderlei Arten von Muskelfasern des Dünndarmrohres, sowohl die longitudinalen als die circulären, sind bedeutender Grade von Zusammenziehung fähig. Trennen wir ein reizbares Darmstück durch einen auf seiner Längenachse senkrecht stehenden Schnitt in zwei Hälften, so stülpen sich nicht selten die Durchschnittsränder durch die kraftvolle Contraction der Längenfasern nach außen um. Für die bedeutende Contractilität der Cirkelfasern spricht schon die häufige Bildung sehr tiefgehender ringförmiger Einschnürungen, welche sogar das Lumen fast gänzlich verschließen können. Alle diese Bewegungen der dünnen Gedärme sind durchaus unwillkürlich. Wir sind nicht im Stande, sie auf eine unmittelbare und directe Weise zu verändern. Der Grund dieses Verhältnisses liegt zunächst darin, daß hier nur einfache Muskelfasern vorkommen.

182 Die Richtung der wurmförmigen Bewegung kann wiederum eine doppelte, eine peristaltische und eine antiperistaltische sein. In größerer Ausdehnung ist natürlicher Weise die erstere die normale, die letztere die krankhafte. Jedoch entsteht diese wahrscheinlich auch schon leicht bei geringeren Störungen in beschränkterem Grade. Durch sie wird z. B. in vielen Fällen, die eben erst den Anfang eines krankhaften Zustandes bilden, Galle (Pancreassaft und Darmschleim?) in den Magen geschoben. In erhöhterem Maße dagegen scheint antiperistaltische Dünndarmbewegung nur im Nothfalle, d. h. wenn der peristaltische Ausgang nach unten geschlossen ist, hervorzutreten. Das heftigste Erbrechen beschränkt sich z. B. sonst direct nur auf den Magen und höchstens auf die vorher in diesen eingebrachten Inhaltstheile des Zwölffingerdarmes und vielleicht auf die der höchsten Parthie des Dünndarmes. Fehlt dagegen der After, ist der weitere Fortgang der Stoffe nach unten durch eine Brucheinklemmung, durch eine innere Verwickelung der Gedärme (Volvulus) wie durch ein umgeschnürtes Band abgeschlossen, so kehren der Speisebrei und selbst die Excremente antiperistaltisch durch die dünnen Gedärme in den Magen zurück und werden von hier aus durch Erbrechen ausgeworfen.

183 Während das Jejunum sowohl als das Ileum durch das Gekröse, wie durch ein Band, an der Vorderfläche der Wirbelkörper frei schwebend aufgehängt sind und so jegliche Bewegung, jede gegenseitige Verschiebung ihrer Lage durch diese freie Anheftungsweise gestatten, bietet der Zwölffingerdarm eine Eigenthümlichkeit der Art nicht dar. Er ist fixer befestigt und hat zugleich, außer seinem kurzen oberen queren Theile, eine absteigende und dann eine größere horizontale Parthie. Der Nutzen dieser Anordnung ist zum Theil leicht einzusehen, sobald wir nur bedenken, daß hier der Chymus nicht bloß passiv verweilen und dann fortgeschoben, sondern mit Galle und Bauchspeichel innig vermischt werden soll. Von vorn

herein konnte diese Bedingung sehr leicht unerfüllt bleiben, wenn das Duodenum dieselbe freie Beweglichkeit wie das Jejunum und Ileum gehabt hätte. Es konnten solche Verdrehungen desselben jeden Augenblick eintreten, daß der Abfluß dieser Flüssigkeiten aus dem Ductus choledochus und dem Ductus pancreaticus gehindert oder selbst unmöglich gemacht wurde. Eben so erhellt, daß die Einmündung dieser beiden Gänge am füglichsten in die Pars descendens duodeni angebracht worden, weil so der Ausfluß der Galle und des Bauchspeichels in den Zwölffingerdarm schon durch die Gesetze der Schwere begünstigt wurde. Jedoch dürfen wir gerade auf dieses Moment nur ein sehr geringes Gewicht legen, weil es bei der Lage des Zwölffingerdarmes der Säugethiere wegfällt und nichts desto weniger die Einfügungsweise dieselbe bleibt. Umgekehrt muß vorzüglich bei dem Menschen durch sie, durch die schlitzförmige Einrichtung der Mündungen beider Gänge und den langen Verlauf des Ductus choledochus innerhalb der Plica longitudinalis duodeni, so wie durch die Faltenbildung an der Innenfläche des Gallenausführungsganges der Rücktritt der genannten Absonderungsflüssigkeiten verhindert werden. Wäre aber die Pars descendens duodeni unmittelbar in das Jejunum übergegangen, so konnte bei den freieren Bewegungen der dünnen Gedärme hin und wieder der Fall eintreten, daß eine innige Vermischung des Speisebreies mit Galle und Bauchspeichel etwas verzögert wurde. Dadurch aber, daß ein nicht unbedeutender unterer horizontaler Theil des Zwölffingerdarmes noch folgt, fangen sich die beiden genannten herabfließenden Producte in dem Umbiegungswinkel in mehr oder minder bedeutendem Grade. Sie müssen dann bei der ferneren, vorzüglich horizontalen bis schiefen Fortbewegung sorgfältiger mit dem Speisebrei und dem Darmschleime vermischt und gleichsam verknetet werden. Es läßt sich vielleicht auch annehmen, daß die eigenthümliche Biegung und Befestigung des Duodenum dem antiperistaltischen Rücktritte des Chymus wenigstens in gewissem Maße ein Hinderniß entgegensetzt.

Fassen wir das Verhältniß des Gallenausführungsganges und des Bauchspeicheldrüsenganges zu dem Zwölffingerdarme genau ins Auge, so ergiebt sich, daß hier Alles auf eine sorgfältige Vermischung dieser Secrete mit dem Darmschleime und dem Speisebrei berechnet ist. In dem Augenblicke, wo die Cirkelfasern des absteigenden Theiles des Duodenum zusammengezogen sind, kann weder Galle noch Bauchspeichel abfließen. Nur der Chymus wird hierdurch fortgeführt. So wie dagegen jene Zusammenziehung in Erschlaffung übergeht, müssen die beiden genannten Absonderungsmischungen frei hervortreten, den Speisebreimassen nachfolgen und diese an der unteren Umbiegungsstelle des Duodenum erreichen. Erscheint nun eine neue cirkelförmige Einschnürung dieses Theiles, so werden die beiderlei Mischungen nicht nur fortgeschoben, sondern auch gegenseitig verknetet werden. Wir finden daher auch die Galle innerhalb des zäheren Schleimes und des Speisebreies in einzelnen Tropfen zerstreut und gewissermaßen emulsionsartig vertheilt.

Die Thätigkeit der dünnen Gedärme besorgt die raschere oder lang- 184
samere Fortbewegung ihres Inhaltes auf eine ihrer Intensität und der Schnelligkeit ihrer Wirkung entsprechende Weise. Da jedoch in ihnen der Chymus mindestens so lange verweilen muß, daß sich Galle, Bauchspeichel und Darmschleim möglichst löslich und resorbirbar machen können, so hat die Natur zu diesem Zwecke an der Schleimhaut dieser Theile eine

Reihe von eigenthümlichen Apparaten, als Zotten und Falten angebracht. Sie vergrößern zunächst die auffsaugende Oberfläche, erzeugen aber außerdem ein hügeliges Terrain, welches einem zu raschen Dahingleiten Hindernisse entgegensetzt. In dieser letzteren Beziehung müssen eher die Falten als die Zotten einwirken. Sie werden sich durch die Wirkung der Längenfasern des Darmes in mehr oder minder bedeutendem Grade aufstellen. Durch die Wirkung der Kreisfasern desselben werden sie leichter eingebogen werden. Es kann aber in beiden Fällen der Austritt des zwischen den benachbarten Faltenbildungen befindlichen Inhaltes keine erheblichen Schwierigkeiten darbieten. Wissen wir nun, daß im Normalzustande der Magensaft seine Wirksamkeit schon größtentheils oder gänzlich im Magen vollendet, daß aber dasjenige, welches seiner Kraft widersteht, erst durch die Galle, den Bauchspeichel und den Darmschleim einer neuen Auflösungsprobe unterworfen werden kann, so erklärt sich von selbst, weshalb der obere horizontale Theil des Zwölffingerdarmes nur breite Zotten, welche die Auffsaugung vervollständigen, und keine Falten, welche die Bewegung verzögern, darbietet. Umgekehrt hängt es mit dem oben erwähnten Verknetungs- und Auflösungsprocesse innig zusammen, daß diese Faltenbildungen in dem unteren Theile des Zwölffingerdarmes und dem Leerdarme groß sind und in bedeutender Menge auftreten. In dem Krummdarme dagegen, in welchem ein großer Theil der Einwirkung von Galle und Bauchspeichel vollendet ist, treten sie dann aus demselben Grunde immer mehr zurück. Die Schnelligkeit der Fortbewegung wird übrigens hier, wie bei den anderen Darmtheilen, unter Voraussetzung der gleichen Druckwirkung von der Beschaffenheit der Inhaltsstoffe abhängen. Sie wird größer bei luftförmigen als bei flüssigen sein, und bei solchen Mischungen, welche viele feste Theile enthalten, verhältnißmäßig den bedeutendsten Widerstand vorfinden. Aus dieser Ursache sehen wir auch, daß in der Regel nach dem Genusse von Nahrungsmitteln, deren Verdauungsproceß eine reichlichere Gasentwickelung nach sich zieht, die Blähungen früher als die Excremente abgehen. Nur eine krankhafte Reizbarkeit des Nahrungscanales kann dieses physikalisch nothwendige Verhältniß dahin abändern, daß sich beiderlei Producte gleichzeitig am After anmelden.

185 Der mehr oder minder flüssige bis halbfeste Brei, welcher in dem Krummdarme enthalten ist, wird von hier aus früher oder später in das System der dicken Gedärme hineinbefördert. Um aber bei den Zusammenziehungen des letzteren den Rücktritt nach den dünnen Gedärmen zu verhüten, ist ein genau arbeitendes Ventil, welches nicht ganz richtig als eine wahre Klappe, die s. g. Bauhinische, bezeichnet wird, angebracht. Es öffnet sich nur, wenn Substanzen von dem Ileum in den Blinddarm oder den Anfangstheil des aufsteigenden Grimmdarmes übergehen, verschließt sich dagegen im Normalzustande bei jeder entgegengesetzten Richtung des Darmbreies. Daß dieses der Fall sei, lehren am deutlichsten Versuche, welche an jeder frischen menschlichen Leiche angestellt werden können. Spritzt man flüssige oder halbfeste Massen in den Anfangstheil des Colon in antiperistaltischer Richtung ein, so füllt sich nur der Blinddarm mit dem Wurmfortsatze. Das

Cöcum berstet eher, als daß die Mischung in den Dünndarm ausweicht (O'Beirne). Es ist daher in der Leiche der Widerstand der Bauhinischen Klappe größer als die Kraft der Wandungen des Blinddarmes. Auch luftförmigen Körpern verweigert die Valvula coli mit vieler Energie den Rückgang in den Krummdarm. In allen diesen Fällen wirkt sie, wenn wir ihre Thätigkeit mit der unserer künstlichen Vorrichtungen vergleichen wollen, ungefähr in Art eines Klappen- oder eines einseitigen Blasenventiles.

So klar aber dieser Punkt ist, so dunkel bleibt uns ein anderes Ver- 186
hältniß, welches durch die Anwesenheit des Blinddarmes neben dem aufsteigenden Grimmdarme bedingt wird. Sobald nämlich der Darminhalt durch die Oeffnung der Bauhinischen Klappe durchgetreten, steht ihm, wie es scheint, sowohl der Ausgang nach dem Cöcum als der nach dem Colon offen. Es hat auf den ersten Blick das Ansehen, als ob es nur von Zufälligkeiten abhinge, ob die eine oder die andere Richtung gewählt würde. Eine solche Ansicht widerstreitet aber den übrigen Verhältnissen des Blinddarmes. Dieser bildet bei allen pflanzenfressenden Säugethieren, bei welchen wesentlich dieselbe Ventileinrichtung wie bei dem Menschen Statt findet, ein Organ, welches sich durch seine Größe und häufig durch bedeutende Füllung auszeichnet. Hier werden unzweifelhaft bestimmte eigenthümliche Verdauungszwecke erreicht. Eben so kann dieser Theil selbst bei den Fleischfressern nicht als bloß beiläufig angebrachter und nur nach Begünstigung des Zufalles wirksamer Apparat erscheinen. Es läßt sich daher hier und selbst für den Menschen annehmen, daß der Darminhalt gänzlich oder theilweise zuvor in den Blinddarm und dann in das aufsteigende Colon eintrete. Das Kürzeste wäre, zu vermuthen, daß in dem Augenblicke, wo die Speisereste durch die Mündung der Bauhinischen Klappe durchdringen, die benachbarte Anfangspartie des aufsteigenden Grimmdarmes zusammengezogen wird und daß sie auf diese Weise den Materien den Weg nach dem Blinddarme vorzeichne. Allein weder für, noch gegen diese Hypothese können bis jetzt speciellere anatomische oder physiologische Beweise angeführt werden. Betrachten wir aber die Verhältnisse, wie sie sich an dem aufgeblasenen und getrockneten Darme des Leichnames darstellen, so sehen wir, daß sich das Ileum, um in die dicken Gedärme einzumünden, etwas schief stellt und gleichsam nach der entgegengesetzten Seite hin ausbuchtet. Tritt dann die Bauhinische Klappe nur schwach über dem Lumen des Blinddarmes hervor, so wird sie den Uebergang der Stoffe in das Cöcum unmittelbar begünstigen. Vergleichen wir aber die Valvulae Bauhini von mehreren Menschen unter einander, so findet sich, daß zwar dieses Verhältniß in ziemlich bedeutendem Maaße zu variiren scheint, daß sich jedoch das Richtige jener Annahme im Allgemeinen vollkommen bestätigt. Im Ganzen deuten vielleicht die Differenzen, welche die Größe des Blinddarmes verschiedener Menschen überhaupt darbietet, darauf hin, daß eine gewisse Cultur dieses Organes je nach Verschiedenheit der Nahrungsweise Statt finde.

Eine andere Schwierigkeit entsteht durch die Beschaffenheit des Blind- 187

darmes selbst. Sind nämlich die Speisemassen in ihn eingetreten, so müssen sie bei der Zusammenziehung der Kreisfasern desselben allseitig ausweichen. Wenn dann der Grimmdarm offen ist, so könnten sie bald in ihn eben so gut eintreten, als nach dem blinden Endtheile des Cöcum und in den Wurmfortsatz fortrücken oder sich in beide Bewegungsrichtungen theilen. Auch eine solche Zufälligkeit ist kaum annehmbar. Wir müssen vielmehr vermuthen, daß die Nahrungssubstanzen vorher das ganze Cöcum und den Wurmfortsatz durchlaufen, ehe sie dem Colon adscendens zu weiterer Beförderung überliefert werden. Auch hier greifen wahrscheinlich die Zusammenziehungen der verschiedenen Theile im Leben so in einander, daß hieraus ein bestimmter und kein zufälliger Fortgang der Nahrungsmittel resultirt. Durch die starken schon bündelweise gesammelten Längenfasern des Cöcum kann dieses zuletzt verkürzt werden. Es vermögen auf solche Art durch sie und die Kreisfasern alle Ueberreste, wenn sie hier die gehörige Zeit verweilt haben, in das Colon einzutreten.

Es läßt sich in dieser Beziehung denken, daß ein gewisses antagonistisches Verhältniß zwischen den Muskelfasern des unteren Theiles des Ileum, denen des Coecum und denen des Colon adscendens wenigstens bei stärkerer Füllung des Blinddarmes Statt finde. Nehmen wir an, daß sich zu der Zeit, wo die Speisereste in der untersten Parthie des Krummdarmes fortgeschoben werden, die Längsfaserstränge des Blinddarmes zusammenziehen, so werden sie durch ihre Wirkung einen Theil des Coecalinhaltes nach dem aufsteigenden Grimmdarme hinüberdrängen. Contrahirt sich aber dieser, um die neu empfangene Masse fortzuschieben, oder findet selbst etwas der Art nicht Statt, so werden die dann gleichzeitig durch das Ileum bewegten Speisen desto eher in das Coecum eindringen. Darauf, daß sogar eine ringartige Einschnürung des Anfangstheiles des Colon adscendens eintrete, deutet noch der Umstand, daß sich hier bei Pflanzenfressern, wie z. B. bei dem Pferde, ein starker Ringmuskel vorfindet (Gerber).

Bei Anfüllung des Coecum wird wahrscheinlich der ganze Hergang durch ein anderes mechanisches Verhältniß unterstützt. Da das Ileum mit dem Coecum mehr oder minder gleichläufig ist und sich in dieses auf entfernt ähnliche Art, wie der Ductus choledochus und der Ductus pancreaticus in die Pars descendens duodeni, der Harnleiter in die Harnblase u. dgl. einsenkt, so muß bei sehr vollem Blinddarme die benachbarte unterste Parthie des Krummdarmes zusammengedrückt und die Oberlippe der Valvula Bauhini mehr nach außen geführt werden, so daß überhaupt der Austritt von festeren Stoffen aus den dünnen in die dicken Gedärme genirt ist. Dieses Hinderniß wird erst nach einer theilweisen Entleerung des Blinddarmes gehoben. Ihr aber folgen unmittelbar die eben erwähnten antogonistischen Thätigkeiten.

188 Das eigenthümliche Verhalten der Muskelfasern, vorzüglich der longitudinalen in dem Blinddarme und dem Grimmdarme bietet noch manche räthselhaften Punkte in Betreff der Mechanik dieser Theile des Verdauungsschlauches dar. Dadurch, daß sich die Längefasern vorzüglich zu den drei Taeniis Coeci et Coli sammeln und dadurch, daß von Zeit zu Zeit quere Einschnürungen auftreten, erzeugen sich die Zellen dieser Dickdarmtheile, die sogenannten Haustra Coeci et Coli. Offenbar müssen durch so eigenthümliche Bildungen, welche auf gleiche Art bei dem Menschen, den Pflanzen- und den Fleischfressern vorkommen, bestimmte Zwecke erfüllt werden. Sie können nicht bloß dazu dienen, die Excremente in die besonderen Formen kugeliger Gebilde zu ballen und gleichsam abzugießen. Denn der Mensch z. B. und unter den Thieren das Rind, deren Koth keine solche Gestalten darbietet, besitzen sie ebenfalls in sehr ausgebildetem

Grade. Bis jetzt liegen keine speciellen Versuche über diese Punkte vor. Theoretisch ließe sich annehmen, daß dieser ganze Apparat darauf berechnet ist, daß die Speisereste, die wir auch, sobald sie in das Colon getreten sind, mit dem besonderen Namen der Excremente zu bezeichnen pflegen, in vorkommenden Fällen noch auf eine entsprechende Art ausgesogen werden könnten. Was durch die Einwirkung des Mundspeichels, des Magensaftes, des Bauchspeichels, der Galle und des Darmsaftes aufgelöst und daher zur Resorption fähig gemacht worden, ist schon während des Durchganges durch die dünnen Gedärme den Aufnahmsorganen in das Blut hinreichend ausgesetzt gewesen. Wir werden im chemischen Theile der Verdauungslehre sehen, daß wahrscheinlich im Blinddarme die Speisereste, ehe sie als Excremente entlassen werden sollen, noch einer Art Sicherheitsprobe unterworfen, daß sie hier Einwirkungen, welche entfernt an die des Magens zu erinnern scheinen, ausgesetzt werden. Um nun die so behandelten Substanzen der Nahrungsmittel der Aufsaugungseinwirkung des Körpers von Neuem auszusetzen, dienen zugleich die Schleimhäute des Cöcum und des Colon. Hier brauchte aber die im Contract bleibende Oberfläche nicht mehr in dem Grade, wie in dem dünnen Darme, vergrößert zu werden, weil sich nach der Extraction durch diesen nur noch ein geringeres Quantum von Resorptionsfähigem voraussetzen läßt. Eine solche beschränkte Oberflächenvermehrung entsteht aber in dem Cöcum und Colon durch die Zellen und die Cirkelfalten dieser Theile.

Diese Einrichtung wird zugleich eine verschiedenartige Fortbeförderung des Inhaltes, je nach der Verschiedenheit der Dichtigkeit des letzteren bedingen. Das Durchstreichen luftförmiger Stoffe wird besonders bei der Weite der Lumina dieser Darmpartieen trotz der Zellen und der Cirkelfalten auf kein Hinderniß stoßen. Dichtere Substanzen dagegen, welche ihrer specifischen Schwere nach mehr an den Wandungen bleiben, werden einerseits durch das wiederum hügelige Terrain etwas länger aufgehalten werden, sich anderseits aber in den Zellen des Cöcum und vorzüglich des Colon leichter fangen und auf diese Art den Aufsaugungsflächen in höherem Grade ausgesetzt bleiben. Enthält eine Leiche festere Excrementstücke, sogenannte Scybala, im Colon, so finden wir diese auch natürlicher Weise innerhalb der Zellen. Den letzteren kann endlich noch ein anderer Nebenzweck zum Grunde gelegt werden. Wir wissen, daß sich die Excremente in fauliger Gährung befinden, und daß dieser zugleich Gasentwickelung parallel geht. Wäre eine beschränkte Oberflächenvermehrung durch eine bloße limitirte Faltenbildung realisirt worden, so müßte dasselbe Volumen Darmstück durch ein bestimmtes Quantum Luft leichter auf übermäßige Weise ausgedehnt werden, als wenn noch außerdem Zellen als eine Art von Nebenrecipienten angebracht waren. Es mußte sich zugleich das Gas bei den gewöhnlichen Körperstellungen eher in dem Colon transversum und den höchsten Parthieen des Colon adscendens und descendens, als in den tieferen Theilen der beiden Darmstücke anhäufen und überhaupt nach Verschiedenheit der Lage seinen Ort leicht wechseln. Endlich bedingen noch die Taeniae Coli und Caeci selbst eine mehr schlangenartige Windung der

dicken Gedärme, so daß bei ihrer vorherrschenden Thätigkeit die ganze Bewegung mehr derjenigen gleicht, welche wir vornehmen würden, um einen Glascylinder durch abwechselndes Heben und Senken mit Wasser auszuschwenken und durch diesen Mechanismus vollständig zu reinigen. Alle diese Hypothesen sind aber nur leider theoretische Vorstellungen, welche vorläufig bei dem Mangel an Factis nothwendig werdeu durch diese aber sehr leicht später wesentliche Modificationen erleiden können.

189 Offenbar haben die dicken Därme den Zweck, eine größere Menge von Excrementmassen unter verschiedenen Verhältnissen in sich aufbewahren zu können. Sie besitzen daher von vorn herein einen erheblicheren Umfang und sind auch einer nicht unbedeutenden mechanischen Ausdehnung fähig. Sollen sie aber stärkere Mengen Kothes in sich eine Zeit lang zu beherbergen im Stande sein, soll dieser überhaupt nicht gar zu schnell durch sie hindurchgehen, so müssen sich die Muskelfasern der genannten Darmtheile häufig gar nicht, oft nur allmälig und langsam, unter gewissen Umständen dagegen sehr energisch und rasch zusammenziehen. Diese verschiedenen Grade von Contractilität können wir auch schon bei frisch getödteten Thieren wahrnehmen. Oeffnen wir die Bauchhöhle eines solchen, z. B. eines Kaninchen, so bewegen sich die dicken Gedärme durch den Reiz der Luft in manchen Fällen gar nicht, häufig schwach und seltener sehr stark. Ein solcher Sturm, wie unter den gleichen Verhältnissen in den dünnen Gedärmen angeregt wird, fehlt hier fast immer. Bei dem lebenden Thiere bemerkt man auch, sobald nicht bloß Gase abgeführt werden sollen, oder sobald kein übereilter Act der Kothentleerung eintritt, einen Wechsel von allmäligen Zusammenziehungen und Ausdehnungen, von Niedersinken und Aufblähen. Daß aber anderseits die Contractionen dieser Muskelfasern mit vieler Energie verknüpft sein können, beweist schon die Möglichkeit der raschen Fortführung von Luft und vorzüglich von halbfesten bis festen Excrementen durch dieselben. War der Ausgang durch den After wegen Entartungen des Mastdarmes oder aus irgend einem anderen Grunde längere Zeit verschlossen, haben sich aus dieser Ursache bedeutende Menge von Fäcalstoffen angesammelt, dehnten sie bei dem Verschlusse durch die Valvula Bauhini das Cöcum und das Colon übermäßig aus und wird nun, um das Leben zu retten, ein künstlicher After an den Bauchdecken angelegt, so stürzt, so wie das Colon geöffnet worden, eine bedeutende Menge von Excrementen durch die Wände hervor. Dieses geschieht aber nicht bloß vermöge der elastischen, sondern auch höchst wahrscheinlich durch die musculöse Zusammenziehung der Wandungen der dicken Gedärme (Amussat). Nach Reizung entsprechender Nervenpartieen bei frisch getödteten Thieren kann ebenfalls der Grimmdarm in eine sehr heftige Peristaltik versetzt werden.

190 Bevor die Excremente durch die Stuhlentleerung den Körper verlassen, müssen sie durch einen Theil, welcher in seiner Form und seinen Verhältnissen von der Gestalt und den Eigenthümlichkeiten des Cöcum nnd des Colon wesentlich abweicht, nämlich durch den Mastdarm hin-

durchtreten. Diesem Organe fehlen zuvörderst die durch die gesonderten Längenmuskelbündel verursachten Taeniae, die Querfalten, die Einschnürungen und die zwischen diesen liegenden Zellen. Das Rectum bildet einen mehr gleichförmigen Schlauch, der sich außerdem in der Regel durch ein geringeres Volumen von dem Cöcum und dem Colon unterscheidet. Dagegen besitzt er eine sehr starke Muskulatur, deren Längenfasern an der ganzen Oberfläche des Rohres verbreitet sind. Ihre Cirkelfasern erreichen schon oben und in der Mitte einen hohen Grad von Ausbildung und häufen sich unten sogar in dem Maaße an, daß hierdurch dicht über dem After der Sphincter ani internus entsteht. Diese Verhältnisse deuten darauf hin, daß der Mastdarm sehr energische Contractionen hervorbringen könne. Erregen wir diese bei einem eben getödteten und noch reizbaren Thiere durch Irritation der dem Rectum entsprechenden motorischen nervösen Theile, so erfolgen äußerst kraftvolle Bewegungen des Mastdarmes, welche sich lebhaft und rasch von oben nach unten (oder von vorn nach hinten) fortsetzen. Ihre Intensität erinnert vollkommen an die nicht minder starken peristaltischen Convulsionen des Vas deferens, welche bei diesem unter ähnlichen Verhältnissen eintreten. Der Mastdarm stößt oft deutlich und heftig gegen die Afteröffnung hin, weicht dann wiederum zurück und wiederholt dieses Spiel mehrere Mal hinter einander. Außerdem kommt aber noch in Betreff seiner ein anderes Verhältniß in Betracht. An der Uebergangsstelle des Colon descendens in das Rectum, an dem sogenannten S romanum oder der Flexura sigmoidea findet sich bei dem Menschen bei leerem Mastdarme eine an dem Mesorectum angeheftete, dieser Uebergangspartie angehörende und in das Becken hinabhängende Schlinge. Sie bietet einerseits mehr Raum für die sich anhäufenden Kothmassen dar und vermag anderseits, wie wir sehen werden, auf den Act der Kothentleerung selbst einen nicht unbedeutenden Einfluß auszuüben.

Der untere Ausgang des Mastdarmes, die Afteröffnung, bleibt in 191
dem Zustande der Ruhe, wahrscheinlicher Weise durch die Thätigkeit des Sphincter ani externus, geschlossen. Dieser Verschluß reicht hin, um den unwillkürlichen Austritt von Excrementalstoffen und von Gasen aus dem Rectum zu verhüten. Daß er aber kein absoluter sei, ja daß zu diesem Zwecke nicht einmal die volle Thätigkeit des Afterschließers in Anspruch genommen werde, lehrt die tägliche Erfahrung. Behufs der inneren Untersuchung dringt der Finger des Arztes ohne Beschwerde durch den After in den Mastdarm. Die Einführung der Canüle einer Klystiersprütze bietet in der Regel bei dem Gesunden keine Schwierigkeiten dar. Fühlen wir Drang zur Stuhlentleerung und wollen oder können wir denselben nicht augenblicklich befriedigen, so wirken wir ihm dadurch entgegen, daß wir uns bemühen, die Aftermündung kräftiger zu schließen. Da alsdann die zu den Seiten der Afterkerbe befindlichen Hautwülste einander genähert werden, in vollkommenem Ruhezustande aber etwas der Art nicht eintritt, so läßt sich hieraus sogar vermuthen, daß in dem letzteren Falle nur die innere oder tiefere Schicht des äußeren Afterschließers in Anspruch genom-

men werde und daß wir erst zu Zeiten der Noth auch die äußere oder oberflächliche Lage desselben zu Hülfe ziehen.

192 Das Bedürfniß der Kothentleerung stellt sich bei verschiedenen Personen zu sehr verschiedenen Perioden ein. Manche Menschen fühlen und befriedigen dasselbe täglich ein oder selbst zwei Mal. Bei Einzelnen hat die Gewohnheit eine solche Gewalt, daß es nur zu einer bestimmten Stunde jeden Tages erscheint. Andere Individuen empfinden den Drang erst nach mehreren, selbst nach 6—8 Tagen. Bei diesen verharren die Speisereste in den dicken Gedärmen längere Zeit und können sich leicht so sehr anhäufen, daß sie die Nachbartheile geniren und daß hierdurch ein lästiges Gefühl des Druckes im Unterleibe und selbst eine Beengung des Athmens, Kopfschmerz, Unbehaglichkeit, Appetitlosigkeit, Aufstoßen u. dgl. entstehen.

193 Bei allen Menschen werden die Fäcalmassen allmälig und unbewußt durch die drei Theile des Grimmdarmes, die Flexura sigmoidea und das Rectum früher oder später hinabgeschoben und langen auf diese Weise vor der verschlossenen Aftermündung an. Indem sie nun hier von dem in Zusammenziehung befindlichen Mastdarme gedrückt, auf die Ränder der Analöffnung einwirken, erzeugt sich das Bedürfniß der Nothwendigkeit der Stuhlentleerung. Wird diesem nicht entsprochen, wird im Gegentheil der After nur desto beharrlicher verschlossen, so weichen die Kothmassen wieder zurück und können sich sogar von Neuem, wenn es die Capacität des Colon erlaubt, in dieses begeben. Der Stuhldrang verschwindet dann in dem Grade, daß wir bisweilen später nur mit Mühe, unter Anstrengung und nach einigem Warten die Excremente zu entfernen im Stande sind. Erfolgt dieses indeß nicht, so werden die Kothmassen in der Folge wiederum herabgetrieben. Das Bedürfniß der Defäcation meldet sich zum zweiten Male. Diese Reizungen können sich noch von Zeit zu Zeit mannigfach wiederholen, bis endlich ein so heftiger Angriff erfolgt, daß entweder der durch den Willen bedingte Verschluß des Afters vor dem Drucke des sich contrahirenden Mastdarmes überwunden wird, und daß hierauf eine brüsquere Kothentleerung entsteht oder daß in Folge des abermaligen Sieges des Willenseinflusses schmerzhafte Empfindungen im Unterleibe eintreten.

194 Scheinbar ist es der bloße Druck der Fäces gegen die Ränder der Aftermündung, welcher uns die Nothwendigkeit der Stuhlentleerung ankündigt. Allein eine genauere Betrachtung zeigt, daß hier die Zusammenziehungen und die Reizbarkeit des Mastdarmes das wahre Bestimmungsglied ausmachen. Sind diese Bedingungen erhöht, so erscheint jenes Bedürfniß, selbst wenn das Rectum minder voll oder sogar entleert ist, in vergrößertem Maaße. Ein Mensch, welcher Durchfall bekommt oder an diesem schon leidet, fühlt ein weit heftigeres Drängen als der Menge der entleerten Substanzen entspricht. Eine entzündliche oder geschwürige Aufregung des Mastdarmes, ein in ihm haftender fremder Körper und ähnliche Verhältnisse können dieselben Wirkungen in verstärktem Grade hervorrufen. Wir sehen dieses z. B. zunächst bei der Einführung eines Stuhlzäpfchens, nach

der Anwendung eines reizenden Klystieres, nach der Einspritzung von Medicamenten in den Mastdarm. In auffallendstem Maaße haben wir dasselbe bei allen Ruhren, bei welchen der Kranke von einem fortwährenden und schmerzhaften Stuhlzwange geplagt wird und mit jedem Acte, durch welchen er dieses Bedürfniß befriedigen zu können glaubt, entweder gar nichts oder nur sehr wenig Schleim oder Blut entfernt.

Ist der Sphincter ani externus, aus Ursachen, welche wir in der Nervenphysiologie kennen lernen werden, gänzlich gelähmt, so hört auch nothwendiger Weise der willkürliche Verschluß des Afters auf. Jede kraftvolle Zusammenziehung des Mastdarmes erzeugt sogleich Stuhlentleerung und diese wird leichter bei flüssigen, als bei festen Stoffen zu Stande gebracht. Ist umgekehrt der Sphincter ani externus krampfhaft verschlossen, so wird hierdurch, so lange dieser Zustand dauert, der Stuhlgang gehindert sein. Eben so ergiebt sich, daß bei neugebornen Kindern, welche mit fehlender Aftermündung zur Welt gekommen, die Operation der Anbohrung des Mastdarmes bloß dann einen vollkommenen Erfolg haben kann, wenn entweder der Verschluß nur durch eine dünnere oder dickere Membran zu Stande gekommen ist, oder wenn das untere Ende des geöffneten Rectum durch feste Ausschwitzungsmassen mit den Nachbartheilen dergestalt verwachsen kann, daß der künstliche Fistelgang bei der Stuhlentleerung der Wirkung aller für diese nothwendigen Muskeln ausgesetzt bleibt.

Vergleichen wir die verschiedenen Dickdarmtheile unter einander, so 195
ergiebt sich, daß ihre freie Beweglichkeit um so mehr zunimmt, je tiefer nach unten sie liegen. In ungünstigeren Verhältnissen befinden sich in dieser Hinsicht der aufsteigende Grimmdarm und der Blinddarm, weil ihre Anheftungsweise ihren Bewegungsbezirk wesentlich beschränkt. Schon in geringerem Grade tritt dieses bei dem queren Grimmdarme, der jedoch ebenfalls noch durch das Netz in bedeutendem Maße gebunden ist, ein. Freier dagegen erscheint schon die Beweglichkeit des oberen und in noch stärkerem Verhältnisse die des unteren Theiles des absteigenden Grimmdarmes, der Flexura sigmoidea, und des Mastdarmes. Vorzüglich bei dem S romanum wiederholen sich gewissermaßen die Verhältnisse der dünnen Gedärme. Der Grund dieser Einrichtung ist bis jetzt nicht definitiv nachgewiesen. Allein wahrscheinlicher Weise hat die genannte Eigenthümlichkeit zum Zweck, daß, da im Allgemeinen die Excremente weiter nach unten consistenter werden, die sie einschließenden Eingeweide besser ausweichen und so mit größerer Leichtigkeit jeden Druck der Nachbartheile vermeiden können. Zu gleicher Zeit vermögen sie dann vollständiger auf die mehr Widerstand leistenden Kothmassen einzuwirken.

Auf gleiche Weise entgeht uns ein bestimmter Beweis für den spe- 196
ciellen Nutzen der Schlingenbildung an der Flexura sigmoidea. Man kann sich vorstellen, daß die durch sie bewirkte Verlängerung des Weges in Art eines Reservoirs wirke. Alle drei Theile des Colon haben größere Querschnitte als der Mastdarm. Wäre nun der letztere unmittelbar aus dem absteigenden Grimmdarme entsprungen, so hätte dieser, wenn er mit Fäces zu sehr gefüllt ist, eine zu große Menge von Stoffen gleichzeitig hinabgetrieben und entweder den Mastdarm zu sehr ausgedehnt oder zu viel Zusammenziehungskraft desselben auf ein Mal in Anspruch genommen. Durch jene Schlinge wird zunächst theilweise an Länge ge-

wonnen, was an Breite verloren gegangen. Anderntheils aber wirkt durch sie die Druckkraft des Grimmdarmes auf das Rectum allmäliger, in mehr gedämpftem Grade und auf eine regulirtere Weise. Sind aber die Fäcalmassen in den Mastdarm hinabgetreten und nicht sogleich entleert worden, so können sie leicht in der Sigmoidalflexur einen temporären Aufbewahrungsbehälter finden. Diese richtet sich dann vielleicht zum Theil auf, gleich wie der sehr gefüllte Magen die Neigung erhält, seine kleine Curvatur mehr nach hinten, seine große dagegen nach vorn zu wenden.

197 Unmittelbar nach der Kothentleerung und so lange nicht sehr viele Excrementalstoffe in den dicken Gedärmen vorhanden sind, finden sich häufig in der an dem Mesorectum gehefteten Parthie des Mastdarmes, so wie in der Flexura sigmoidea, gar keine Kothmassen. An der Uebergangsstelle von dieser in den absteigenden Grimmdarm soll sogar eine Einschnürung vorkommen (O'Beirne). Nur der von dem Levator ani und den übrigen Muskeln des Beckenausganges umgebene Theil des Mastdarmes bewahrt bisweilen Kothstücke. Dieser Zustand des Rectum scheint es zu erklären, weshalb ein Klystier, das nach hartnäckiger Verstopfung applicirt wird, nur dann, wenn eine krankhafte Reizbarkeit des Mastdarmes entgegenwirkt oder wenn eine Ueberfüllung mit Fäcalstoffen vorhanden ist, zurücktritt, sonst dagegen mit Leichtigkeit aufgenommen wird.

198 Bei der Stuhlentleerung kehren gewissermaßen dieselben Verhältnisse wie bei dem Erbrechen wieder, d. h. unter sehr begünstigenden Umständen und bei energischen Contractionen der entsprechenden Darmtheile können zwar die Fäces ohne alle fernere Nebenhülfe ausgetrieben werden. Allein im Normalzustande erzeugen die gleichzeitigen Athmungsbewegungen einen Druck, welcher als wesentliche Nebenbedingung eingreift. Dieser Unterstützungsapparat wird nach Maßgabe der anzuwendenden Kraft mehr oder minder in Thätigkeit gesetzt. In gelindester Form entsteht eine Contraction des Zwerchfelles, welche sich mit einem nicht sehr bedeutenden Einziehen der Bauchmuskeln verbindet. Durch die Verringerung des Bauchhöhlenraumes von oben nach unten und von vorn nach hinten müssen die Unterleibseingeweide nur schwach seitlich, vorzugsweise dagegen nach dem Becken hin ausweichen und dorthin ihre Druckkraft fortpflanzen. Soll diese aber stärker ausfallen, so athmen wir zuerst tief ein, füllen die Lungen möglichst mit Luft an und halten die Stimmritze mehr oder minder geschlossen, so daß von der Brusthöhle aus die Druckwirkung des Zwerchfelles noch unterstützt wird. Nun ziehen wir die Bauchmuskeln ein und wirken auch auf diese Weise intensiver. Das exspiratorische Ausstoßen der Luft aus den gefüllten Lungen wird dann möglichst lange zurückgehalten und erfolgt zuletzt nicht selten unter Begleitung eines brummenden Tones, welcher die Anstrengung begleitet und andeutet. Diese willkürliche momentane Hemmung des Athmungsprocesses erzeugt leicht in Verbindung mit dem Drucke, welcher auf die Unterleibseingeweide Statt findet, eine Blutüberfüllung im Kopfe. Während sich die Gesichtsmuskeln auf bestimmte Art contrahiren, der Mund breiter, die Nase etwas aufgezogen und zum Theil hinabgeführt, und überhaupt die ganze Physiognomie auf

eigenthümliche Weise verändert wird, treten häufig die Augäpfel stärker hervor und das Antlitz röthet sich. Es entsteht, wenn nur irgend eine Geneigtheit zu demselben vorliegt, momentaner Kopfschmerz, oder er vermehrt sich, sobald er schon früher vorhanden war. Instinctmäßig unterstützen wir diese Arbeit durch passende Bewegungen unserer Körpertheile, durch Einbiegung des Rumpfes nach vorn und unten, durch Andrücken der Hände gegen den Unterleib u. dgl. mehr.

Was unterdeß im Mastdarme vorgeht, kann natürlich nur theoretisch vermuthet werden. Durch die energischen Contractionen der Längen- und der Querfasern desselben werden die Fäces heruntergetrieben. Die willkürliche Oeffnung der Aftermündung begünstigt dieses, und es treten so die Excremente hervor. Allein offenbar haben wir hier, wenigstens im Normalzustande und bei festen oder breiigten Stuhlgängen keine anhaltende, sondern eine abwechselnde Thätigkeit. Sobald nämlich unter größerer oder geringerer Unterstützung der Athmungsmuskeln die herabtreibende Zusammenziehung des Mastdarmes einige Zeit gewirkt hat, steht sie momentan still. Die hervorgeschobenen festen Fäcalmassen fallen, wenn sie schon von vorn herein in feste Stücke gesondert sind, von selbst heraus. Die flüssigeren, welche zugleich durch die Anschmiegung an ihr Durchgangsrohr, den Mastdarm, die cylindrische Form des letzteren angenommen haben und daher wurstförmig geworden sind, werden wahrscheinlich durch die Thätigkeit des Sphincter ani internus am Schlusse jedes Actes gleichsam durchgeschnitten. Es erscheinen daher in der auf ein Mal entleerten Fäcalmasse so viele solcher einzelnen Wursttheile als die Zahl der Absätze bei ihrer Austreibung ausmachte. Wenn nicht der Mastdarm in gar zu hohem Grade gefüllt war, so weicht die zurückgebliebene Excrementmasse, wie man oft deutlich fühlt, etwas zurück, um wiederum bald in dem folgenden Acte herabzugleiten und zum Theil herauszutreten.

So unzweifelhaft aber diese Wirksamkeit des Rectum vorhanden ist, so richtig auch die Annahme erscheint, daß sich im Momente des Durchganges des Kothes durch die Afteröffnung der Sphincter ani externus im Erschlaffungszustande befindet, so schwer wird es, die Rolle, welche der Levator ani, der Coccygeus und die Transversi perinaei während dieser Zeit übernehmen, klar einzusehen. Der Afterheber zieht das untere Ende des Mastdarmes in die Höhe und vermag auf diese Weise zur Verkürzung desselben beizutragen. Er könnte daher den Durchgangsweg der Fäces etwas abkürzen, ihren Austritt in größeren Massen erleichtern und störende Druckwirkungen derselben verhüten. Eben so wäre man im Stande, eine gewisse Neigung zu Mastdarmvorfällen bisweilen als Folge seiner Erschlaffung anzusehen. Allein anderseits ließe sich auch annehmen, daß er während des Austrittes der Excremente durch die Afteröffnung unthätig ist und daß er erst unmittelbar hernach in Wirksamkeit tritt, den Mastdarm zu seiner alten Stelle zurückführt und durch gleichzeitige Hebung der Steißbeine den unteren Beckenausgang verengern hilft. Seiner Zusammenziehung würde dann auch die des Steißbeinmuskels parallel gehen. Bei dem Austritt der Fäces wird das Steißbein eher zurückweichen und nach diesem Acte

in seine alte Stellung wiederkehren können. Die Transversi perinaei, deren Thätigkeit überhaupt noch äußerst dunkel ist, sind vielleicht im Stande, den Levator ani zu unterstützen. Pflichtet man der zweiten der über den Levator ani ausgesprochenen Hypothesen bei, so würde die selbstständige Contraction des Afterhebers, des Steißbeinmuskels und der queren Dammmuskeln, d. h. aller hier in Betracht kommenden mit quergestreiften Muskelfasern versehenen Zusammenziehungsorgane mit der peristaltischen Bewegung der einfachen Muskelfasern des Mastdarmes abwechseln und dann erst, wenn diese aufhört, beginnen. Wir hätten auf diese Art einen Antagonismus zwischen quergestreiften und einfachen Muskelfasern, den wir auch bei dem Acte des Harnlassens in ähnlicher Weise antreffen werden.

199 Gleich wie die Kothentleerung unter begünstigenden Verhältnissen selbst ohne Thätigkeit des Zwerchfelles und der Bauchmuskeln durch die bloße Zusammenziehung des Mastdarmes zu Stande kommen kann, wie nach Trennung der beiden Zwerchfellnerven (bei Kaninchen) keine Störung des Abganges der Fäces Statt findet, wie Thiere, denen man im Leben die Bauchmuskeln verletzt, ihre Excremente noch bisweilen abführen und selbst Erscheinungen der Art sogar nach dem Tode, so lange nur die Reizbarkeit kraftvoll fortdauert, eintreten können; so vermag auch wahrscheinlicher Weise durch die bloße Einwirkung der Athmungsmuskeln, vorzüglich des Zwerchfelles und der Bauchmuskeln, eine Austreibung von Stoffen aus dem Mastdarme zu erfolgen. Es kann der Abgang von Blähungen, die im unteren Theile des Mastdarmes durch ihre Spannung und ihren Druck dumpf gefühlt werden, durch die Wirkung des Diaphragma und der Bauchmuskeln hervorgerufen werden. Personen, welche an heftigem Durchfalle, an reichlicher Schleimabsonderung im Rectum, an schleimigen oder blutigen Hämorrhoiden leiden, verlieren leicht bei dem Husten, dem Niesen oder anderen verstärkten Ausathmungsbewegungen eine geringe Quantität von Flüssigkeit, welche zur Aftermündung heraustritt. Vorzüglich die letzteren Fälle aber setzen keine gleichzeitige Zusammenziehung des Mastdarmes voraus.

200 Auch in dem Systeme der dicken Gedärme und vorzüglich dem Mastdarme ist jeder Reibung und deren nachtheiligen Folgen, wie Schmerz, Blutcongestion, Entzündung dadurch vorgebeugt, daß eine reichliche Schleimabsonderung die innere Oberfläche der entsprechenden Darmtheile schlüpfrig erhält. Im Rectum, welches in dieser wie in mancher anderen Hinsicht entfernter Weise mit der Speiseröhre verglichen werden kann, existiren bisweilen einzelne stärkere, zerstreute Drüsenträubchen (Henle), zu denen noch die Drüschen in der Nähe der Aftermündung (?) hinzukommen. Nur ganz harte voluminösere Fäces erregen daher bei ihrem Durchgange durch die Endöffnung des Darmes Schmerz, der sich auch natürlicher Weise bei Reizung der Anusgegend, bei hervortretenden Hämorrhoidalknoten und bei anderen ähnlichen Veranlassungen, selbst durch flüssigere Excremente einstellt. Die Zähigkeit dieses Schleimes aber bedingt es, daß er nicht, wie wenn Wasser an seiner Stelle existirte, bei jeder Oeffnung der Aftermündung, bei jedem Abgange von Blähungen abfließt, sondern daß

er, selbst bei dem Durchgange halbfester Excremente, in einer nur verhältnißmäßig geringen Menge abgestreift wird und vorzugsweise durch seine Eigenschaft der Schlüpfrigkeit dient. Verringert er sich, wie z. B. bei Entzündungeu des Mastdarmes, so kann schon der bloße Durchgang von Wasser, wie das vorsichtigste Einspritzen von Flüssigkeiten unter bei dem dann bestehenden Reizungszustande heftige Schmerzen hervorrufen.

Auf die Bedingungen des Austrittes durch die Afteröffnung haben 201
natürlich die Menge und vorzüglich die Consistenz der Stoffe, welche auf diesem Wege entfernt werden sollen, einen großen Einfluß. Sehr feste und trockene Excremente, welche durch einen längeren Aufenthalt in den dicken Gedärmen viel Wasser verloren haben, bedürfen mehr Druckkraft und eine größere Oeffnung des Afters. Halbfeste, wie sie dem Normalzustande entsprechen, gehen leichter hindurch und erregen keine weiteren Beschwerden. Nur bei Menschen, welche die um die Afteröffnung befindlichen Haare stärker entwickelt haben, haften dann leicht kleine Portionen Kothes an diesen an, vertrocknen, wenn nach dem Stuhlgange die Aftergegend nicht sorgfältig gereinigt wird, in der Folge, backen so mit den Haaren zusammen, halten bei späterem Kothen immer mehr Excremente an sich zurück und vermehren die Unannehmlichkeit in immer höherem Grade, sobald sie nicht durch Abreißen oder Auswaschen, z. B. vermittelst eines Bades, entfernt werden. Der Durchgang von Gasarten erfordert die geringste Oeffnung des Afters und meist auch die wenigste selbstständige Thätigkeit der wirkenden Theile. Daher kommt es, daß selbst bei dem Drange zum Stuhlgange Blähungen entlassen werden können, ohne daß der Austritt von Excrementen erfolgt. Sobald dagegen die Reizbarkeit des Mastdarmes krankhaft erhöht ist und die Regulirung des Verschlusses der Aftermündung leichter fehlschlägt, erzeugen sich auch oft Abweichungen von diesen Normalbedingungen. Personen z. B., die an heftiger Diarrhö leiden, verlieren nicht selten unwillkürlich bei dem Austritt von Blähungen noch etwas Flüssigkeit, sei es, daß diese durch selbstständige Contraction des Mastdarmes oder durch den hindurchstreichenden Luftstrom nach außen befördert werde. Bei dem Durchtritt der als Flatus entfernbaren Gasarten durch die nur wenig geöffnete Aftermündung und der Anwesenheit von festen Wandungen an dieser entsteht nach Verschiedenheit der Verhältnisse ein höherer oder tieferer Ton, dessen Erscheinen auch durch vorsichtige Regulirung des Processes, besonders durch ein langsameres Durchstreichen der Luft, das selbst in mehreren Absätzen erfolgen kann, so wie durch eine etwas weitere Oeffnung der Aftermündung nach Willkür unterdrückt zu werden vermag. In dem ersteren Falle sind die den Ton begleitenden Vibrationen an den Wänden der Aftergegend bisweilen so stark, daß sie selbst durch das subjective Gefühl wahrnehmbar werden.

Der chemische Act des Verdauungsprocesses hat zum Zweck, 202
den Nahrungsmitteln, wenn sie nicht schon an und für sich resorptionsfähig sind, in Zustände, welche sie zum mittelbaren oder unmittelbaren Uebergange in das Blut geschickt machen, zu versetzen, dasjenige dagegen, welches nicht aufgenommen worden, mit anderen unbrauchbaren Theilen

zu vermischen und in Excremente umzuwandeln. Bei der Abschließung des Blutes und der Vorbereitungsflüssigkeiten desselben (nämlich des Chylus und der Lymphe) durch die Gefäßwandungen kann natürlich ein Eintritt fremder Substanzen in diese Fluida nur auf endosmotischem Wege Statt finden. Dieser setzt aber einen flüssigen Zustand der einzusaugenden Materien voraus. Bei denjenigen Nahrungsmitteln, welche als Auflösungen, als Getränke aufgenommen werden, fällt daher die Nothwendigkeit einer Unterstützung durch chemische Verdauungswirkungen hinweg. Für sie bilden bloß der Magen und der Darmcanal die passendsten Behälter, von welchen aus die Aufsaugung derselben erfolgen kann. Mit der Abkürzung der Operation steht Gewinn an Zeit in unmittelbarer Verbindung. Vollständige Solutionen von Nahrungsmitteln werden daher sehr rasch resorbirt, in das Blut aufgenommen und unter gewissen Verhältnissen auch sehr schnell auf anderen Wegen, wie z. B. durch den Harn, den Schweiß, die Lungen- und Hautausdünstung wiederum abgeschieden. Bei den festeren Nahrungsmitteln, mögen noch neben ihnen flüssigere Substanzen in geringerer Menge eingenommen worden oder in ihnen schon von vorn herein enthalten sein, ist die chemische Einwirkung der Verdauungsorgane nothwendig. Sie bedingt dann sogar behufs ihrer Vollständigkeit die Mitwirkung mancher mechanischen Acte, wie z. B. des Kauens, der Bewegungen des Magens und der Gedärme, als unerläßlicher Unterstützungsmittel, welche für flüssige Nahrungsstoffe nicht in Gebrauch gezogen zu werden brauchen.

203 Alle festeren Substanzen müssen, wenn sie uns ernähren sollen, im Verdauungscanale entweder aufgelöst oder wenigstens extrahirt werden. In unseren Laboratorien kennen wir als vorzüglichste Lösungsmittel Wasser, Säuren und Alkalien, sobald diese von vorn herein flüssig sind oder auf irgend eine Art in diesen Cohäsionszustand gebracht worden, so wie flüssige indifferente, saure oder alkalische Körper überhaupt und einzelne organische Verbindungen, wie z. B. Alkohol, Aether, ätherische und fette Oele. Wenn ein aus verschiedenen Stoffen zusammengesetzter Körper nichts mehr an Wasser abgiebt, pflegen wir, abgesehen von den rein organischen Substanzen, Säuren und in gleichem Falle nach diesen Alkalien, so wie saure oder alkalische Verbindungen zu versuchen. Selten ziehen wir Solutionen indifferenter Substanzen in Gebrauch, weil bei diesen meist nur das Auflösungswasser zu wirken pflegt. Doch können auch leicht Fälle eintreten, wo durch sie, besonders bei organischen Verbindungen, die Lösung selbst befördert oder ihnen eine Geneigtheit, chemische Umsetzungen zu erleiden, mitgetheilt wird. Erst wenn wir auf diese Weise den Körper allseitig geprüft, können wir mit Bestimmtheit behaupten, daß wir die nächsten Vorbereitungsmittel erschöpft haben. Des Folgenden wegen wollen wir diese bekannten Dinge mit einem Beispiel, welches auf unsere gewöhnlichen Nahrungsmittel anwendbar ist, belegen. Viele unserer Speisen enthalten Leim, geronnenen Faserstoff und Knorpelsubstanz. In den meisten Vegetabilien, die wir genießen, finden sich bedeutendere Mengen von Kieselsäure. Gesetzt, wir wollten eine mechanische Mischung von Leim,

geronnenem Faserstoff, Knorpelsubstanz und Kieselsäure analysiren und daher zunächst die Lösungen der zu bestimmenden Substanzen prüfen, so würden wir das Gemenge im Anfange durch Wasser kalt und warm ausziehen und hierauf das Ganze nach vollständiger Extraction filtriren. In der Lösung erhielten wir den Leim und andere in bloßem Wasser lösliche Stoffe, auf dem Filtrum dagegen die übrigen Producte. Versuchten wir nun die verdünnten Säuren und zögen ebenfalls die Hülfe der höheren Temperatur die gehörige Zeit hindurch in Mitwirkung, so würde sich aller Faserstoff auflösen, und wir hätten wenigstens einen Theil der Knorpelmasse und die sämmtliche Kieselsäure bei abermaligem Filtriren in dem unlöslichen Rückstande. Die nachfolgende Anwendung von Alkalien würde die Knorpelsubstanz bewältigen. Wollten wir alle in größerer Quantität vorhandene Kieselsäure von vorn herein abscheiden, so müßten wir sie eher durch gewaltsamere Operationen, durch das sogenannte Aufschließen, in eine kieselsaure Alkalienverbindung umsetzen. Wir würden die Substanzen glühen, veraschen und mit kohlensaurem Natron zusammenschmelzen. Dann erhielten wir sie als lösliches Natronsilicat, welches unter einem Zusatze von entsprechenden Mengen einer starken Säure, wie z. B. der Salzsäure oder der Salpetersäure, die Kieselsäure in Form einer Gallerte abscheidet. Sonst bliebe uns alle oder wenigstens der bei weitem größte Theil der Kieselerde als unlöslich zurück.

Einen ganz ähnlichen vollständigen Gang der chemischen Prüfung bewirkt die Natur bei den verschiedenen Stadien des Verdauungsprocesses. Wenn wir durch Filtration auf künstlichem Wege das Gelöste von dem Flüssigen trennen, so ist in unserem Organismus die Auffaugung in ähnlicher Weise thätig. So wie Flüssigkeiten da sind, entsteht, sofern es ihr Concentrationszustand gestattet, ein endosmotischer Proceß, ein mittelbarer oder unmittelbarer Uebergang derselben in das Blut. Wenn aber unsere Rückstände auf den Filtren bei langem Stehen an der Luft oder bei künstlicher Einwirkung der höheren Temperatur vollkommen trocken werden, so kann dieses in dem organischen Körper aus mehrfachen Ursachen nicht Statt finden. Denn immer wird der endosmotische Proceß durch die Beschaffenheit beider Flüssigkeiten regulirt; der Austausch von Stoffen ist daher unter gewissen Verhältnissen beschränkt. Ueberdies findet im Allgemeinen mit jeder endosmotischen Einströmung zugleich eine entsprechende exosmotische Ausströmung Statt. Mischungen von festen und flüssigen Substanzen, deren Fluida durch Endosmose davongehen, empfangen durch eine entsprechende Exosmose eine neue Quantität Flüssigkeit. Ist der eine Körper vollkommen trocken, so findet, wiefern er sich nicht auflöst, keine Endosmose und Exosmose mehr Statt. Daß überhaupt nie die feuchten, der Wasserdurchtränkung fähigen Substanzen, so lange sie in dem Körper enthalten sind, vollkommen trocken werden können, erhellt von selbst, wenn man bedenkt, daß alle thierischen Theile durchfeuchtet, alle Hohlräume des Organismus mit Flüssigkeit gefüllt oder mit Wasserdampf gesättigt sind. Selbst die härtesten Excrementmassen erscheinen daher nicht absolut wasserarm, sondern nur mehr oder minder lufttrocken. Suchen wir aber in den Ver-

dauungsprocessen die verschiedenen Arten von Extractionsmethoden, auf welche wir auch bei unseren künstlichen chemischen Arbeiten angewiesen sind, wiederzufinden, so dürfen wir nicht vergessen, daß bedeutendere Concentrationsgrade von Säuren und Alkalien, wie wir sie häufig in unseren Laboratorien gebrauchen, organische Substanzen auf der Stelle chemisch umsetzen, zerstören oder auflösen, und daß sie daher in dem lebenden thierischen Körper nicht gebraucht werden durften. Die Natur konnte hier jene Stoffe nur so verdünnt anwenden, daß sie einerseits die organischen Theile des Körpers selbst nicht angriffen und doch anderseits als Auflösungsmittel mit möglichst starker Intensität wirkten. Bedenken wir ferner, daß viele Salze, wie z. die kohlensauren, welche noch alkalisch reagiren, gleich Alkalien nur in schwächerem Grade thätig sind und dafür auch minder schädlich eingreifen als freie Alkalien, so wird es uns erklärlich, weshalb die Natur solche Umwege zu ihren Zwecken wählt und z. B. in der Galle statt einer freien alkalischen Natronlösung eine Natronverbindung mit organischen Stoffen, gleichsam ein organisches Salz, zum Theil eine Seife herstellt.

204 Die Nothwendigkeit, die Kraft der Säuren, der Alkalien und der Salze durch bedeutendere Verdünnungszustände zu mäßigen, erfordert es, daß die der Verdauung unterworfenen Substanzen selbst diesen Nachtheil durch günstigere Bedingungen der Auflösung compensiren. Da nun bloß organische Stoffe als wahre Nahrungsmittel dienen, so lag es hierbei am nächsten, jene Erleichterung durch die natürlichen Umsetzungsprocesse dieser Körper selbst, d. h. durch deren Gährung und Fäulniß zu erzielen. Wir sehen daher auch im Allgemeinen in dem Magen und den dünnen Gedärmen eher Gährungs-, in den dicken eher Fäulnißprocesse der Speisen eintreten. Organische Substanzen, welche in den Verdauungsflüssigkeiten enthalten sind, befördern die Entwickelung solcher Umsetzungen, die auch, wenn sie fehlen, die Speisen in der That unverdaulich machen. Denn bei allen organischen Substanzen, welche im Wasser, schwachen Säuren und Alkalien schwer löslich sind, scheint auch meistentheils die Leichtigkeit und Schnelligkeit, mit welcher sie gähren oder faulen, ein sicheres Barometer für deren Verdaulichkeit abzugeben. Die Holzfaser z. B., welche eher vermodert als verfault und die selbst unter sehr günstigen Verhältnissen nur langsam in wahre Fäulniß übergeht, zeigt sich so gut als unverdaulich. Das so leicht faulende Fleisch dagegen, die so rasch sich umsetzenden Extracte desselben, die so bald sauer werdende Milch bilden geeignete Nahrungsmittel.

205 Wir haben schon früher gesehen, daß viele Operationen unserer Kochkunst neben anderen Zwecken zugleich die Absicht erfüllen, daß sie die Speisen selbst umsetzen und zu ferneren Metamorphosen geneigter machen. Zu den verschiedenen Einwirkungsacten aber, welche die festen Nahrungsmittel bei dem Verdauungsprocesse erleiden, werden nicht bloß die mannigfachen Absonderungssäfte des Verdauungsschlauches selbst, die Schleimarten der Mundhöhle, der Speiseröhre, des Magens, der dünnen und dicken Gedärme in Anwendung gezogen, sondern es werden auch noch andere Flüssigkeiten, wie Mundspeichel, Galle und Bauchspeichel an geeigneten Stel-

len zugemischt. Während die Schleimdrüsen des Mundes und der Wangen den Mundschleim liefern, erfolgt die Einführung des Speichels von der Ohrspeicheldrüse aus durch den Ductus Stenonianus, von der Unterkieferdrüse aus durch den Ductus Whartonianus und von der Unterzungendrüse aus durch den Ductus Bartholinianus, oder wenn mehrere vorhanden sind, durch die Ductus Riviniani. Der Einwirkung dieser Flüssigkeiten, verbunden mit dem Mundschleime, werden die Speisen sogleich im Anfange schon bei dem Kauen ausgesetzt. Während sie dann durch den Schleim des Oesophagus unterstützt rasch hinabgleiten, stoßen sie auf eine zweite auf sie einwirkende Mischung, auf das Product der in der Magenschleimhaut eingelagerten Drüsen, den Magenschleim oder den Magensaft, welcher immer im Zustande der normalen Verdauung sauer reagirt. Später, wenn sie durch die Pars horizontalis superior duodeni durchgegangen, treffen sie zunächst in der Pars descendens desselben die durch den Ductus choledochus von der Leber herabkommende Galle und den von dem Pancreas aus durch den Ductus Wirsungianus eingeführten Bauchspeichel. In dem übrigen Verlaufe der dünnen und dicken Gedärme wirkt keine fremdartige Flüssigkeit auf sie ein. Sie stoßen nur noch auf die Absonderungssäfte der Darmschleimhaut, die besonders weiter nach unten auf selbstständige Weise mehr oder minder schwach alkalisch zu werden scheinen, während sich das Secret des Blinddarmes (so wie des Wurmfortsatzes) durch eine saure, der des Magensaftes ähnliche Beschaffenheit auszeichnet.

Hiernach können neben den Getränken alle Verdauungsflüssigkeiten die Rolle der Extraction durch Wasser um so eher, je verdünnter sie sind, übernehmen. Der Speichel vermag dieses in höherem Grade als die Galle, und diese wiederum mehr als die Absonderungsproducte der Schleimhaut des Darmkanales zu vollführen. Die in sparsamerer Menge in dem Speichel (des Mundes sowohl als des Pancreas) enthaltenen Stoffe wirken vielleicht noch dadurch, daß sie die Umsetzung der Nahrungsmittel begünstigen. Trotz seiner schwankenden, bald sauren, bald alkalischen Reaction böte daher der Mundspeichel beständigere Wirkungen der letzteren Art dar. Im Magen erscheint dann die energische Wirkung des Magensaftes, welcher durch seine freie Säure und durch die in ihm enthaltenen organischen Stoffe eigenthümliche Kräfte erhält. Nach ihm käme die Galle als vorzüglichster Repräsentant eines alkalischen Ausziehungsagens. Diese kann auf doppelte Art in der genannten Beziehung wirken. Einerseits enthält sie selbst alkalische Verbindungen, vorzüglich von Natron, und anderseits zersetzt sie sich in dem Nahrungskanale dergestalt, daß Ammoniak als ein Nebenproduct dieser Umänderung erscheint. Daß außerdem ihre fettige Beschaffenheit verbunden mit der eigenthümlichen Natur ihrer anderen organischen Elemente auf charakteristische Weise wirken könne, erhellt von selbst. Mit der Zumischung von Galle und Bauchspeichel scheinen die Bestimmungen der einfachen unmittelbaren Auflösung zu schließen. Nur wird wahrscheinlich in dem Blinddarme und dem Wurmfortsatze eine abermalige Probeextraction wie in dem Magen vorgenommen. Vielleicht daß diese zugleich deshalb erfolgt, weil einzelne Stoffe der Nahrungsmittel erst

durch die Einwirkung der dünnen Gedärme in vollkommnerem Grade aufgeschlossen werden. Die selbstständigen Umsetzungen der Speisen aber, welche von dem Munde bis zum Blinddarme zu Stande kommen, lassen sich fast gänzlich auf die Processe der weinigten und vorzüglich auf die der sauren Gährung zurückführen. Von dem Cöcum an dagegen beginnen faulige Metamorphosen, welche den Darminhalt in wahre Excremente umwandeln. Durch beiderlei Hergänge werden viele Producte löslicher und resorbirbarer gemacht.

Wir durchschauen natürlicher Weise hier, wie bei den übrigen Erscheinungen unseres Körpers, nur dasjenige mit vollkommen genügender Sicherheit, was wir auch wiederum unter den gleichen Bedingungen künstlich herzustellen vermögen. Die Analyse ist um so bestimmter, je eher sie durch die Synthese gestützt zu werden vermag. Bloß einzelne Phänomene des chemischen Theiles des Verdauungsprocesses erfreuen sich dieses bedeutenden Vortheiles. Wir vermögen nämlich nur über die Wasserextraction der Speisen, über einzelne Umsetzungserscheinungen, welche der Mund- und der Bauchspeichel hervorrufen, über die verstärkten Lösungseffecte des Magensaftes, über einige Wirkungen der Galle und über die künstliche Ueberführung des Blinddarmbreies in Koth in unseren Laboratorien nach Willkür zu verfügen. Bleiben aber auch unter diesen Verhältnissen noch sehr viele Lücken übrig, so darf uns dieses doch nicht zu dem Schlusse verleiten, daß der bloße Chemismus für den natürlichen Verdauungs- und Auflösungsproceß nicht hinreiche und daß hierbei eigenthümliche, den gewöhnlichen chemischen Kräften widerstreitende Bedingungen eintreten. Denn wir dürfen nicht vergessen, daß keinerlei Erscheinungen nach so geringen Schwankungen der erzeugenden Ursachen in so bedeutendem Maße variiren, als die Phänomene der Gährung und der Fäulniß, und daß wir nie bei unseren künstlichen Versuchen die Einflüsse der organischen Theile, die Grade der Temperatur, die Momente der Feuchtigkeit und der durch die Aufsaugung bewirkten Filtration so genau, als dieses in unserem Darmcanale geschieht, abzumessen im Stande sind.

206 Behufs der Wasserextraction der Speisen war keine nur für diese berechnete Flüssigkeit nothwendig. Denn ein großer Theil dieses Geschäftes wird schon durch das in den Nahrungsmitteln enthaltene Wasser und vorzüglich durch das Getränk vollzogen. Um jedoch für alle Fälle gesichert zu sein, läßt die Natur die Speisen bei ihrem Eintritte in den Nahrungsschlauch nach einander auf zwei sehr wasserreiche Flüssigkeiten, den Speichel und den Magensaft, stoßen. Der Speichel führt wahrscheinlich unter allen Verdauungsmischungen verhältnißmäßig das meiste Wasser und wird an diesem um so reicher, in je stärkerem Grade seine Absonderung erfolgt. Während der durch eingeführte Kieselsteine hervorgelockte Magensaft 98,05 % Wasser ergab (Tiedemann u. Gmelin), während die Galle (des Ochsen) 87,5 — 90,4 % desselben führte (Berzelius u. Thénard), zeigte der Speichel bei einer Ohrspeicheldrüsenfistel des Menschen 98,38 % Wasser (van Setten). Der Wassergehalt des gewöhnlichen aus der Mundhöhle beförderten Speichels beträgt 98,4 — 98,8 % (Hünefeld). Bei spontaner Salivation eines 22jährigen Mädchens ergaben sich 99,707 %; bei dem Speichelflusse eines 29jährigen Mannes 99,594 % Wasser und flüchtige Stoffe (C. G. Mitscherlich). Bei dem eines andern Mannes endlich wurden unter denselben Verhältnissen 99,12 % gefunden (J. Vogel). Das specifische Gewicht des reinen aus einer Ohrspeicheldrüsenfistel erhaltenen Speichels zeigte 1,0061 — 1,0088 (C. G. Mitscherlich), in einem zweiten Falle dagegen 1,021 (van Setten). Das des gewöhnli-

chen mit Mundschleim vermischten Speichels betrug 1,0043 (L. Gmelin) oder 1,0038 — 1,0066 (Hünefeld)[1]. Wir sehen hieraus, daß auf diese Weise, indem zugleich bei dem Kauen eine Verkleinerung der Nahrungsmittel und eine innige Vermischung derselben mit den Mundflüssigkeiten Statt findet, eine fernere Wasserextraction, so weit es die kurze Zeit erlaubt und insofern es noch die Erwärmung der Speisen, wenn sie eintritt, begünstigt, Statt finden kann. Anderseits muß man aber auch zugeben, daß dieses Verhältniß wenigstens im Munde, wo die Zeitdauer der Extraction zu gering ausfällt, von keiner sehr großen Bedeutung sein kann. Da jedoch der die Speisen durchtränkende Speichel auch fernerhin bis zu seiner Resorption bei den Nahrungsmitteln verweilt, so kann man sich denken, daß hierdurch das Geschäft der wässrigen Ausziehung der Nahrungsstoffe mehr oder minder vervollständigt werde. Es läßt sich jedoch zugleich mit Gewißheit annehmen, daß diese jedenfalls unvollständige auflösende Wirkung des Speichels keineswegs der einzige chemische Nutzen dieser Flüssigkeit sein kann und daß die übrigen Bestandtheile derselben noch andere Zwecke erfüllen müssen. Wir kennen sie aber bis jetzt noch nicht und sind daher in dieser Hinsicht nur auf einzelne Vermuthungen angewiesen.

Das Nächste wäre, daß man an eine auflösende Wirkung des Mund- 207
schleimes und des Speichels durch ihre freie Säure oder ihr ungebundenes Alkali dächte. Außerhalb der Essenszeit schwankt die Beschaffenheit der in dem Munde befindlichen Absonderungsproducte in hohem Grade. Sie erscheinen jedoch meist schwach sauer bis neutral und sollen sogar die Eigenthümlichkeit darbieten können, daß sie gleichzeitig auf verschiedene Arten von Prüfungspapier sauer und alkalisch einwirken (Hünefeld). Während des Essens dagegen finden wir in der Regel keine saure, sondern eine alkalische Beschaffenheit der durchtränkenden Mundfluida. Daß diese Eigenthümlichkeit von dem Speichel selbst herrühre, erhärtet zum Theil eine bei Gelegenheit einer Ohrspeicheldrüsenfistel angestellte Beobachtung. Hier trat immer während der Nahrungsaufnahme durch den Mund ein alkalischer Speichel zur Fistelöffnung hervor (C. G. Mitscherlich). Diesem entsprechend ergaben auch an gesunden Personen vorgenommene Prüfungen, daß die Umgegend der Ausmündung des Whartonschen Ganges jederseits zu allen Zeiten und bei jedem Geschlechte und Alter eine alkalische Beschaffenheit darbot (Fr. Arnold). Hiernach ließe sich vielleicht vermuthen, daß wenigstens in vielen Fällen die saure Reaction der Mundflüssigkeit außerhalb der Essenszeit von der dann vorherrschenden Menge von Mundschleim herrühre. Bei größerer Speichelabsonderung wird sie dann nicht bloß aufgehoben, sondern schlägt sogar in die umgekehrte Beschaffenheit über. Die alkalische Natur des Speichels selbst hängt wahrscheinlich mit der Akcalescenz des Blutes, aus welchem er hervorgeht,

---

[1]) C. G. Mitscherlich in Rust's Magazin für die gesammte Heilkunde. 1832. Bd. 40. Hft. I. u. Ej. diss. de salivae indole in nonnullis morbis. Berolini. 1834. 8. Guil. van Setten diss. observationes continens de saliva ejusque vi et utilitate. Groningae. 1837. 8.

zusammen. Daß aber das freie Alkali desselben in bedeutendem Grade auflösend wirken könne, ist bei seiner großen Verdünnung und seiner baldigen Neutralisation durch den Magensaft noch sehr in Zweifel zu ziehen. Jedenfalls verhält sich in dieser Rücksicht der Speichel von Säuglingen indifferenter als der von Erwachsenen. Der Nutzen der in dem Speichel vorkommenden unorganischen Verbindungen, wie der Kieselsäure, des an Kohlensäure oder andere Säuren gebundenen Kali, des Chlorkalium und der phosphorsauren Kalkerde ist uns, wenn wir sie nicht bloß, soweit wir es können, als Unterstützungsmittel der Auflösung ansehen wollen, gänzlich unbekannt.

208 Nach dem gegenwärtigen Standpunkte unseres Wissens fehlen noch genauere Angaben über die einzelnen, vielleicht eigenthümlichen organischen Verbindungen, welche in dem Speichel vorhanden sind. Denn sowohl der sogenannte Speichelstoff oder das Ptyalin, als das Osmazom sind bisher zu unbestimmt charakterisirt und nach zu wenig exacten Methoden rein dargestellt worden, als daß wir die Natur dieser Producte genau durchschauen oder deren Eigenthümlichkeit physiologisch prüfen könnten. Da sie einerseits nie hinreichend isolirt dargestellt sind und anderseits, wenn man sich an bloß vereinzelte Reactionserscheinungen hält, fast in allen Organen des Körpers aufgefunden zu werden vermögen, so verfährt man am zweckmäßigsten, wenn man von ihnen vorläufig, in der Physiologie wenigstens, gänzlich abstrahirt. Dagegen besitzen wir einige Versuche über die wahrscheinlich durch ihre organischen Stoffe überhaupt bedingten Wirkungen der Mundflüssigkeit im Ganzen. Mit dieser vermengter Faserstoff des Blutes zerfloß, wenn man die Mischung zwischen zwei Glasplatten, die später verlackt wurden, gebracht und so den Eintritt der Atmosphäre und mit ihr die Hauptbedingung der Fäulniß abgehalten hatte, bei 12° R. binnen einigen Tagen. Bei 26° bis 30° R. verwandelte sich das Ganze innerhalb 4 bis 5 Stunden in eine gleichförmige, schleim- bis eiterartige Masse. Die Wirkung blieb dieselbe, wenn man selbst durch Gefrieren und Wiederaufthauen den Mundschleim von dem Speichel zu entfernen sich bemüht hatte. Frischer Käse wurde bei Versuchen der Art gar nicht, frisches Fleisch dagegen theilweise angegriffen (Hünefeld) [1]. Diese Beobachtungen beweisen, daß der Speichel nicht im Stande ist, feste coagulirte Proteinkörper aufzulösen. Die an dem Faserstoffe gemachte Erfahrung erlaubt keine Anwendung auf die normalen Thätigkeiten des Mundfluidum. Denn einerseits wissen wir nicht, inwiefern nicht das Resultat auf einer auch sonst häufig vorkommenden Auflockerung und Vertheilung des aus dem Venenblute des Menschen genommenen, mithin weicheren und als Nahrungsmittel weniger gebrauchten Faserstoffes beruhte. Anderseits über-

[1]) Fr. L. Hünefeld Chemie und Medicin in ihrem engeren Zusammenwirken oder Bedeutung der neueren Fortschritte der organischen Chemie für erfahrungsmäßige und speculative ärztliche Forschung als vollständige Lehrschrift für die Studien der organischen Chemie überhaupt, insbesondere aber für die im Gebiete der Medicin und Pharmacie, so wie für die Fortschritte der Heilmittellehre. Berlin. 1841. 8. Bd. II. S. 52 fgg.

schreitet die nothwendige Zeit der Einwirkung, nämlich 4 bis 5 Stunden, die Dauer, während welcher der Speichel allein bei dem normalen Verdauungsacte auf die Speisen einwirkt, auf eine zu bedeutende Weise. Wir werden auch sehen, daß für die vollständige Solution der vollkommen geronnenen Proteinkörper der Magensaft mit besonderen Eigenschaften versehen wird und daß er zu diesem Zwecke speciell bestimmt ist.

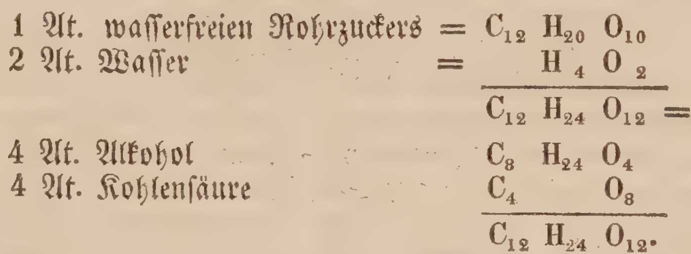
Da nun die nicht geronnenen Proteinsubstanzen des Thierreiches schon 209
im Wasser löslich sind, das Fett aber besonderer auflösender Kräfte des Speichels nicht zu bedürfen scheint, als solches auch noch in den Magen gelangt und sogar von hier in die dünnen Gedärme übergeht, so müssen wir vorzugsweise, wenn wir nach anderen chemischen Einwirkungen des Speichels suchen, sowohl die stickstoffhaltigen als die stickstofflosen pflanzlichen Nahrungsmittel ins Auge fassen. Während sich der stickstoffhalige Pflanzenkleber seiner Zähigkeit wegen in bloßem Wasser nicht zertheilt, erfolgt dieses leicht, wenn er mit Speichel zusammengerieben wird, ohne daß jedoch eine wahre Auflösung eintritt. Das Ganze beruht vielmehr auf einer feinen mechanischen Vermengung. Das Gemisch entwickelt nach einigen Stunden bei 26° bis 30° R. einen säuerlichen Brotgeruch und wird dann merklich sauer. Es ergiebt sich also, daß der Speichel auch einen festeren pflanzlichen Proteinkörper nicht auflöst. Er begünstigt aber dessen mechanische Vertheilung in einer Flüssigkeit und macht ihn zum Umsatze in die Producte der sauren Gährung geschickter. Was die stickstofflosen vegetabilischen Materien betrifft, so kann die Speichelflüssigkeit bisweilen bei längerer Einwirkung Amylon in Zucker und andere Verbindungen überführen (Leuchs, Schwann, Pappenheim). Mit Speichel digerirte gekochte Stärke wird nicht mehr durch Jod gebläut (Sebastian). Allein einerseits erfolgt diese Wirkung nur unter besonders begünstigenden Umständen und fordert eine längere Zeitdauer, als bei der normalen Verdauung in Anschlag gebracht werden kann. Anderseits bietet häufig der Speisebrei der Pflanzenfresser keine Spur eines süßen Geschmackes dar und zeigt sehr zahlreiche, in ihrer Form unveränderte Stärkemehlkörner, welche sich durch Jod auf das lebhafteste bläuen. Die letzteren sind auch noch in den ausgebrochenen Flüssigkeiten des Menschen beobachtet worden (J. Vogel).

Sind wir aber auch nicht im Stande, den Speichel als eine Art 210
heftig eingreifenden Fermentes anzusehen, so kann es scheinen, als beförderten doch auch seine organischen Bestandtheile die später bei der Verdauung eintretenden Umsetzungen mehr oder minder bedeutend. Wurden zwei durchlöcherte oder in Leinwand eingehüllte Röhrchen, von denen das eine 45 Grn. gekochtes und gekautes, das andere eben so viel ungekautes Taubenfleisch enthielt, verschluckt, so gingen beide nach 19 Stunden mit den Excrementen ab. Das gekaute Fleisch war bis auf 4 Grn. aufgelöst, während das ungekaute nur 1 Grn. an Gewicht verloren hatte. Aehnliches ergaben Versuche mit Capaunen- und Kalbfleisch (Spallanzani). Aus Beobachtungen, welche bei einer Frau, die eine nach außen geöffnete Magenfistel hatte, angestellt worden, folgte, daß die in den Magen von außen her eingeschobenen Nahrungsmittel leichter verdaut

wurden, wenn sie vorher mit Speichel durchtränkt worden waren (Helm). Aus diesen Erfahrungen läßt sich jedoch keine chemische Wirkung des Speichels mit Sicherheit herleiten, weil die Durchfeuchtung, welche der Speichel bewirkt, die Auflöslichkeit durch den Magensaft befördert, und weil noch kein Gegenversuch vorliegt, ob nicht bloße Behandlung der Speisen mit Wasser dasselbe leistet. Eben so wenig definitiv beweisen hier die Verhältnisse der Wiederkäuer. Denn wir werden bald sehen, daß die bei ihnen so reichlich vorkommende Absonderung der Mundflüssigkeiten auch anderer als rein chemischer Zwecke wegen vorhanden sein könnte. Aus allen diesen Thatsachen vermögen wir nur so viel zu entnehmen, daß dem Speichel keine besonderen auflösenden Kräfte, welche nicht auch schwach gesalzenes Wasser besäße, darbietet. Dagegen läßt sich vielleicht vermuthen, daß er auf einzelne, vorzüglich schon zur Zersetzung geneigte Substanzen, wie den Kleber, als ein sehr schwaches Ferment wirken könne.

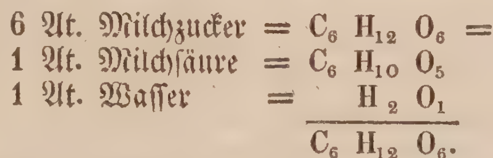
211 Neben ihren chemischen Eigenschaften nützen die Mundflüssigkeiten zu gleicher Zeit in mechanischer Weise. Indem sie die Nahrungsmittel durchfeuchten, machen sie sie weicher, biegsamer und schlüpfriger, so daß sie, wie schon früher bemerkt wurde, leichter in den Magen hinabbefördert werden. Die Zertheilung der Speisen selbst durch das Kauen erfolgt dann auch auf genügendere Art; die spätere Einwirkung des Magensaftes auf energischere Weise. Auch ein anderer mechanischer Nutzen der Mundflüssigkeiten wurde schon in älterer und neuerer Zeit (J. Liebig) mehrfach hervorgehoben. Sie schließen leicht, ungefähr wie Seifenwasser, Luft ein und führen diese bei dem Verschlucken in den Magen über. Die Möglichkeit, daß ein Fluidum diese Eigenschaft darbiete, setzt einen bestimmten, nicht zu großen Grad von Zähigkeit desselben voraus. Diese scheint im Ganzen eher dem Mundschleime als dem Speichel zuzukommen oder vielmehr eben durch eine gewisse Verdünnung des Mundschleimes durch Speichel bedingt zu werden. Fragen wir nun aber, wozu dieses Hinabführen von Luft in den Magen dienen solle, so müssen wir bekennen, daß für die Auflösung des geronnenen Fibrin, Albumin und Casein der Pflanzen und der Thiere im Magen kein Bedürfniß eines Zutrittes von atmosphärischer Luft zu den Nahrungsmitteln nothwendig zu sein scheint. Denn wir werden sehen, daß jene Proteinkörper durch den Magensaft ohne Verschluckung und ohne Entbindung von Gasarten gelöst werden und daß auch in dem Anfangstheile des Nahrungscanales noch keine Fäulniß jener Substanzen, welche eine Zufuhr von Sauerstoff erforderte, Statt findet. Eher ließe sich ein Nutzen der Art für den Umsatz der stickstofflosen vegetabilischen Nahrungsmittel, vorzüglich bei den Wiederkäuern, erwarten. Bei diesen Thieren wird zugleich mit den in die beiden ersten Magen gelangenden zahlreichen Quantitäten der Mundflüssigkeiten viel Luft hinabgeführt. Nun sammeln die Ruminantien in ihrem ersten Magen sehr viele vegetabilische Stoffe, welche hier schon ihren Gährungsproceß beginnen, an. Für diesen bedürfen sie vielleicht des Sauerstoffes, den das arterielle Blut auf Kosten der Ernährung der Theile des Magens liefern müßte, wenn er nicht eben von der durch die Mundflüssigkeiten hinabgeleiteten Atmosphäre hergegeben

würde. Inwiefern diese Vermuthung richtig sei oder nicht, läßt sich bis jetzt noch nicht scharf beurtheilen. Die Formel des Amylon ist $C_{12} H_{20} O_{10}$; die des wasserfreien Rohrzuckers ebenfalls $C_{12} H_{20} O_{10}$; die des krystallisirten dagegen $C_{12} H_{22} O_{11}$; die des Milchzuckers $C_{12} H_{24} O_{12}$; die des Traubenzuckers $C_{12} H_{28} O_{14}$; endlich die des Gummi $C_{12} H_{22} O_{11}$. Alle diese Körper unterscheiden sich also unter einander nur durch ein Plus oder Minus der Atome des Wassers. Es vermag mithin bei den während der Gährung Statt findenden Metamorphosen das Stärkemehl in Zucker oder Gummi umgesetzt zu werden, ohne daß es eines Zutrittes von Sauerstoff von außen her bedarf. Dasselbe kann noch für den ersten Eintritt der weinigten Gährung gelten. Es wird 1 At. wasserfreien Rohrzuckers, mit Zuziehung von 2 At. Wasser, 4 At. Alkohol und 4 At. Kohlensäure bilden. Denn wir haben



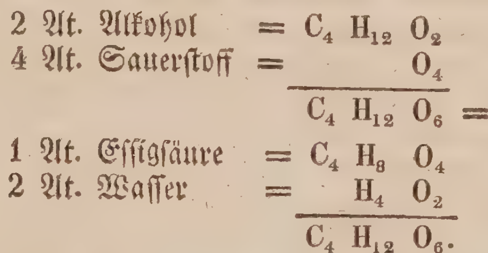
1 At. wasserfreien Rohrzuckers	=	$C_{12}\ H_{20}\ O_{10}$
2 At. Wasser	=	$H_4\ O_2$
		$C_{12}\ H_{24}\ O_{12}$ =
4 At. Alkohol		$C_8\ H_{24}\ O_4$
4 At. Kohlensäure		$C_4\ O_8$
		$C_{12}\ H_{24}\ O_{12}$.

Eben so können 6 At. Milchzucker in 1 At. Milchsäure und 1 At. Wasser übergeführt werden. Denn



6 At. Milchzucker	=	$C_6\ H_{12}\ O_6$ =
1 At. Milchsäure	=	$C_6\ H_{10}\ O_5$
1 At. Wasser	=	$H_2\ O_1$
		$C_6\ H_{12}\ O_6$.

Erst bei dem ferneren Stadium der weinigten Gährung, der sogenannten Essiggährung, wird ein Zusatz von freiem Sauerstoff unerläßlich. Mit Dazwischenbildung von Aldehyd vermögen sich z. B. dann aus 2 At. Alkohol und 4 At. hinzugezogenen Sauerstoffes 1 At. Essigsäure und 2 At. Wasser zu erzeugen. Denn



2 At. Alkohol	=	$C_4\ H_{12}\ O_2$
4 At. Sauerstoff	=	O_4
		$C_4\ H_{12}\ O_6$ =
1 At. Essigsäure	=	$C_4\ H_8\ O_4$
2 At. Wasser	=	$H_4\ O_2$
		$C_4\ H_{12}\ O_6$.

Wenn aber auch, wie wahrscheinlich ist, solche saure Gährungsprocesse schon im Magen auftreten, wenn hier bei den Wiederkäuern, wie bei anderen thierischen Wesen Essigsäure, und nach dem Milchgenusse und der Consumption anderer dazu sich eignender Nahrungsmittel Milchsäure gebildet wird, so beweisen diese Thatsachen immer noch nicht definitiv, daß die Schaumbildung der Mundflüssigkeiten nur dazu bestimmt sei, durch die vermittelst ihrer eingeführte Atmosphäre den fehlenden Sauerstoff zu liefern. Bei dem auf Milchnahrung angewiesenen Säuglinge allein wäre sie wahrscheinlich bedeutend genug, daß sie in dieser Hinsicht quantitativ genügen würde. Durch Verschlucken von Luft und den Eintritt derselben

in den Magen bei dem Aufblähen des letzteren könnten viel leichter größere Mengen von Atmosphäre zugeführt werden. Wollen wir aber dessen ungeachtet an jener Idee des Nutzens der Schaumbildung festhalten und sie nicht als eine bloß zufällige Folge des Cohäsionsgrades der Mundflüssigkeiten, die bei Kauen mit vollem Munde geringer als sonst ist, betrachten, so müßten wir annehmen, daß durch sie bei der Füllung des Magens eben nur ein mäßiges Quantum Luft eingebracht werde, damit jene sauren Gährungsprocesse nur in beschränktem Maße und nicht in allzugroßer Ausdehnung erfolgen können.

Der Speichel des Menschen hat nicht die Kraft, geronnene Proteinkörper des thierischen Organismus aufzulösen. Ob in den Mundflüssigkeiten der Thiere andere Materien, welche ihm solche Fähigkeiten ertheilen, auftreten, ob z. B. der Speichel der Schlangen, wie angegeben wird, sogleich die verschluckten Thiere chemisch angreife, damit diese leichter den Oesophagus durchsetzen können, bedarf noch einer genaueren Erforschung. So viel ist aber gewiß, daß in den Fluidis des Mundes des Menschen im pathologischen, in denen einzelner Thiere im normalen Zustande Stoffe, welche als die heftigsten Gifte einwirken, enthalten sein können. So sehr die in dieser Beziehung auftretenden Thatsachen constatirt sind, so wenig hat bis jetzt die organische Chemie solche giftige Substanzen dargestellt oder überhaupt zu deren näherer Erläuterung beigetragen. Bei den mit Giftzähnen versehenen Schlangen, deren Mundfluida im Normalzustande schädlich wirken und die ihnen deshalb als Waffe von der Natur verliehen worden, erscheinen in dieser Hinsicht andere Verhältnisse als bei dem Menschen. Hier bilden offenbar die Kauwerkzeuge die passendsten Mittel zur Uebertragung des in einer eigenthümlichen Giftdrüse bereiteten, von den übrigen Mundflüssigkeiten abweichenden Giftes. Wir wissen, daß alle giftigen Substanzen nur dann wirken, wenn sie durch eine Wunde in das Blut gelangen, daß dagegen die unverletzte, durch ihre Epidermis geschützte Oberfläche des Menschen und der Thiere nicht aufgelöste, und auf diese Weise auch nicht endosmotisch durchdringende Gifte zurückweist und ohne Schaden an sich vorübergehen läßt. Gab die Natur nun einem Thiere das Gift als Angriffsmittel, so mußte sie auch ein solches Geschöpf in den Stand setzen, die schädliche Flüssigkeit sogleich in eine Wunde einzuführen, so dessen Wirksamkeit zu sichern und in möglichst kurzer Zeitdauer zu realisiren. Es finden sich daher eigene Giftzähne, welche nicht zum Kauen, sondern nur zum Verwunden dienen, die deshalb auch zurückgelegt und vorgeschoben werden und zugleich mit Vorrichtungen versehen sind, damit längs der an ihnen befindlichen Furche oder des in ihnen gebildeten Canales das Gift sogleich in die Wunde eingelassen zu werden vermag. Sieht man von der zufälligen Beimischung des Absonderungsproductes der Giftdrüse ab, so sind wahrscheinlich die übrigen Mundflüssigkeiten der giftigsten Schlangen eben so unschädlich als die des gesunden Menschen. Eine absolut giftige Beschaffenheit wäre, wenn jene Reptilien todte Thiere verzehren, ein überflüssiger Aufwand gewesen.

Die minder genaue Unterscheidung dieser Verhältnisse, die bloße Berücksichtigung der allgemeinen Thatsache, daß die giftigen Schlangen nur durch die Secrete ihrer Mundhöhle ihre Beute angreifen, hat zu einer nicht ganz richtigen Auffassung mancher pathologischen Phänomene des Menschen geführt. Wenn man nämlich fand, daß ein von einem tollen Hunde gebissener Mensch durch seinen Biß Andere wiederum ansteckt und ihnen dadurch die Hundeswuth mittheilt, wenn man nach der Angabe einzelner Aerzte sah, daß ein in der Aufregung des Zornes und ähnlicher Leidenschaften befindliches Individuum, wenn es dann Andere durch seine Zähne verletzt, bösartige Symptome hervorzurufen vermag, so glaubte man, daß hier pathologischer Weise dasselbe eintrete, was bei den giftigen Schlangen im Normale existirt, daß nämlich nur der Speichel die geeignete Flüssigkeit sei, um der Träger des schädlichen Principes zu werden. Man hielt aber hier wahrscheinlicher Weise nur die locale Aeußerung eines allgemeinen Phänomens für die Hauptsache, für das alleinige Vorkommen. Würden wir das Blut oder einzelne nicht zersetzte Absonderungsproducte eines solchen Rasenden in die Wunde eines Gesunden einimpfen, sie würden sie wohl unzweifelhaft eben so gut als der Speichel anstecken. Das Blut der giftigen Schlangen dagegen zeigt sich als unschädlich. Durch das Beißen, welches eine Folge dieser wie

vieler anderen Krankheiten des Nervensystemes ist, wird uns am häufigsten die Gelegenheit gegeben, durch den Speichel sogleich anzustecken. Jedenfalls ist daher der Vergleich mit den Verhältnissen der giftigen Schlangen nicht vollständig durchzuführen. Denn wären auch die Mundflüssigkeiten des an Hundswuth leidenden Menschen der alleinige Träger des Giftes, so müßte bei jeglicher Thätigkeit der Zähne die Ansteckung erfolgen, während sie bei den Giftschlangen so lange ausbleibt, als nur die gewöhnlichen Zähne und nicht die Giftzähne in Wirksamkeit treten.

Während die in der Mundhöhle befindlichen Flüssigkeiten außer der Essenszeit mehr oder minder ruhen, indem sie dabei an einer freien Oberfläche liegen und bei dem Ausathmen durch den Mund, bei dem Sprechen, dem Singen u. dgl. ein warmer Luftstrom durch die Mundhöhle streicht, müssen natürlicher Weise die Mundfluida mehr oder minder verdampfen und ihre festeren, weniger flüchtigen Bestandtheile niederschlagen. Durch das öftere Hinabschlucken derselben, durch die nachfolgende Absonderung und Ausdünstung, durch die Bewegung der Mund- und der Wangentheile wird zwar diesem Uebel möglichst abgeholfen. Allein dessenungeachtet entstehen unter günstigen Verhältnissen Niederschläge, welche wir z. B. durch das Ausspülen des Mundes vorzüglich nach dem Aufstehen möglichst zu entfernen uns bemühen. Man sieht aber leicht, daß in dieser Beziehung die Zähne die ungünstigsten Verhältnisse darbieten und der künstlichen Reinigung am meisten bedürfen. Bei ihrem Mangel an einem weicheren Ueberzuge muß der Absatz solcher Niederschläge, welche theils aus den Mundflüssigkeiten, theils aus den Nahrungsmitteln kommen können, an ihnen am leichtesten Statt finden. Diese Deposita werden an ihren Kronenflächen durch das Kauen wiederum eher entfernt. Nur in den Vertiefungen derselben bleiben sie leichter zurück. Eine größere Geneigtheit zu solchen Absätzen müssen schon ihre inneren Oberflächen darbieten, obgleich hier noch die Zunge, vorzüglich deren freier Theil, wenigstens vorn, mehr oder minder abzukehren vermag. Wir sehen daher auch, daß sich solche Niederschläge häufiger an den Innenflächen der Backzähne als der Eck- und der Schneidezähne einfinden. Die günstigsten Verhältnisse für sie aber werden an den Vorderflächen und denjenigen Flächentheilen, welche die Zähne einander zukehren, eintreten, während die Innenflächen natürlich sehr häufig Veranlassung haben, sich jener Absätze aus den Nahrungsmitteln zu entledigen. Bei Tabacksrauchern schwärzen sich daher hier die Zähne. Die übrigen Mundtheile dagegen bleiben unverändert, oder es werden höchstens die Mundflüssigkeiten, wenn der Taback die Absonderung derselben nicht vermehrt, wegen des warmen Stromes, welcher in der Mundhöhle ein- und ausgeht, concentrirter, und die Zunge erhält dann einen eigenthümlichen Belag.

Die besonders aus den Mundflüssigkeiten entstehenden Deposita bilden den Weinstein, der, wie sich erwarten läßt, vorzüglich aus den Salzen und den festeren Bestandtheilen der Mundfluida besteht. Daß die relativen Mengen von jenen sehr variiren, ergiebt sich ebenfalls von selbst. So zeigte sich in einem Falle in 100 (wasserfreien) Theilen Weinstein des Menschen auf 79 % phosphorsaurer Erdsalze 12,5 % Speichelschleim und 1,0 % Speichelstoff (Berzelius). In einer änderen Beobachtung ergaben 100 Theile Weinstein 66 % phosphorsauren, 6 % kohlensauren Kalk und 13 % Speichelschleim (Vauquelin und Laugier). Bei der ersteren Untersuchung existirten noch 7,5 %, bei der letzteren 5 % einer thierischen Materie, welche sich in Salzsäure auflöste.

Die durch das Kauen und die Einspeichelung vorbereiteten Speisen 212
und die unmittelbar hinabgleitenden Getränke erleiden während ihres Durchganges durch die Speiseröhre keine wesentliche chemische Veränderung. Um, so weit es ihre Flüssigkeit erlaubt, resorbirt zu werden, ist die Dauer ihres Aufenthaltes im Oesophagus zu gering. Eine Auffaugung kann hier nur bei denjenigen Partikeln, welche zufällig haften bleiben, Statt finden. Daß die Natur hierauf so gut als gar nicht gerechnet, daß sie dem Oesophagus nur die Rolle eines Durchtrittscanales zuertheilt hat, beweist das verhältnißmäßig geringe Resorptionsvermögen, welches die Speiseröhre in verschiedenen Krankheitsverhältnissen darbietet. Hierfür spricht auch die Anwesenheit des starken Epithelium, welches sie bekleidet.

Indem nur Schleim an der Innenfläche des Oesophagus in Bereitschaft gehalten wird, gleitet der an und für sich schon schleimige und schlüpfrige Bissen mit möglichst geringer Reibung hinab, um in seinen nächsten Aufenthaltsort, den Magen, einzutreten.

In diesem dagegen erfahren die festeren Nahrungsmittel fernere Einwirkungen. Indem sie der Verdauungsthätigkeit des Magens kürzere oder längere Zeit ausgesetzt bleiben, verwandeln sie sich in eine eigenthümliche Mischung, welche man mit dem Namen des Speisebreies oder des Chymus bezeichnet. Den Act, durch welchen diese Veränderung bedingt wird, nennt man den der Chymification. Es versteht sich von selbst, daß der Speisebrei sehr oft eine bloße mechanische Mischung von Aufgelöstem und Unlöslichem darstellen und nach Verschiedenheit der Nahrungsmittel in hohem Grade variiren muß. Nur gewisse allgemeinere Merkmale kehren auf beständigere Weise in den gewöhnlichen Arten des Chymus wieder. 1) Neben den in der Regel noch vorhandenen festeren Substanzen finden sich größere Mengen von flüssigen bis halbflüssigen Massen, als in den verschluckten dichteren Körpern enthalten waren. Das Fluidere enthält mehr festen Rückstandes, als ursprünglich dem Absonderungsproducte der Magenschleimhaut, dem Magensafte, zukommt. 2) Dieser letztere hat einen großen Theil der nicht zu stark geronnenen Proteinkörper des Thier- und des Pflanzenreiches, welche in den Speisen vorhanden waren, aufgelöst. 3) Als mechanische Gemengtheile erscheinen etwa zufällig beigemischte nicht angreifbare unorganische Körper, wie Kieselsteine, Sandkörner, oder organische Stoffe, welche aus irgend einer Ursache den bisherigen Angriffen des Verdauungsprocesses einen mehr oder minder energischen Widerstand geleistet haben, wie Holzfaser, harte Knorpel, Knochen, Horn und ähnliche Dinge. 4) Fast immer zeigen sich an dem Speisebrei die Merkmale eines sauren Gährungsprocesses, welcher sich schon am leichtesten für das Geruchsorgan zu erkennen giebt. Seine freie Säure soll im Durchschnitt durch 1 % kohlensauren Kalis gesättigt werden können (C. H. Schultz). 5) Nicht selten tritt das genossene flüssigere Fett in Form von Oeltropfen auf; festere Talgarten dagegen können selbst noch, abgesehen von ihrer durch das Kauen bewirkten Verkleinerung, in unverändertem Zustande in dem Chymus existiren. 6) Salze, welche, wie z. B. die phosphorsaure Kalkerde, in bloßem Wasser unlöslich sind, werden im Chymus zum Theil bewältigt. Endlich verschwindet noch 7) bisweilen ein Theil anderer organischer Substanzen, welche nur durch eine selbstständige Umsetzung in Solutionsform übergehen können. Auf diese Art kann in dem Chymus ein Theil des genossenen Amylon als lösliche Stärke oder als Milchsäure davongehen, obgleich wir fast immer eine größere Menge von Stärkemehlkörnern, vorzüglich nach reichlicherem Genusse derselben, in dem Speisebrei unverändert vorfinden und mit ihm in den Zwölffingerdarm übertreten sehen.

213 Das wirksame Agens der Magenverdauung bildet der Magensaft (Succus gastricus). Dieses fast klare mehr oder minder schleimige Absonderungsproduct wird durch die sehr zahlreichen, in der Magenschleimhaut

eingebetteten Drüschen geliefert. Außerhalb der Verdauungszeit und bei ruhigen Zuständen tritt das Secret nur in geringer Menge hervor. Seine Reaction ist dann schwach sauer oder selbst neutral. Allein schon jeder mechanische Reiz, welcher die Schleimhaut des Magens trifft, kann eine bedeutendere Quantität des Absonderungsproductes, welches dann zugleich entschieden sauer reagirt, hervorlocken. Selbst verschluckte Kieselsteine, Sandkörner, Metallstücke u. dgl. sind im Stande, Erfolge der Art zu bedingen. Es bleibt jedoch noch zu erforschen, ob dann auch die Mengen der gelieferten Mischung der Größe des Reizes direct entsprechen oder nicht. Von theoretischer Seite ließe sich diese Frage nach dem gegenwärtigen Stundpunkte unseres Wissens nur bejahend beantworten. Allein nach älteren Erfahrungen sollen Nahrungsmittel, wie Fleisch, Eier, Käse, welche viel geronnene Proteinkörper enthalten und eher der Auflösungskraft des Magens unterliegen, zu gleicher Zeit erheblichere Mengen von dieser Flüssigkeit hervorlocken, als Stärkmehl, Butter, Fett und Gallerte, welche seiner Thätigkeit in geringerem Grade unterworfen werden. Vielleicht beruht dieser ganze Unterschied, wenn er überhaupt existirt, doch nur auf mechanischen Verhältnissen. Denn wenn man nach dem Genusse von Stärke wenig, nach dem von Brot mehr Magensaft vorgefunden hat, wenn die Gallerte nur geringere, das Fleisch größere Quantitäten desselben hervorlockte, so sieht man leicht, daß hier der Cohäsionszustand entscheidender als das chemische Verhalten erscheint.

Die Magenverdauung beruht zu ihrem vorzüglichsten Theile auf der 214
chemischen Einwirkung des Magensaftes. Ein mechanischer Effect der Magenwände findet nur in dem schon früher geschilderten beschränkten Maße Statt. Daß die Bereitung des Speisebreies durch theilweise oder gänzliche Auflösung in dem Magensafte und nicht durch bloße mechanische Zertheilung der Nahrungsmittel bewirkt werde, lehrten schon ältere Versuche, welche an den verschiedensten Wirbelthieren und zum Theil selbst an Menschen (von Réaumur und vorzüglich von Spallanzani) angestellt wurden. Nahrungsmittel der mannigfachsten Art wurden bei Thieren in Röhrchen, die an ihren Wänden mit Gittern versehen waren, eingeschlossen und nach dem Verschlucken und nach kürzerem oder längerem Aufenthalte im Nahrungsschlauche gelöst gefunden [1]). Wurden von dem Experimentator selbst (Spallanzani) mit Löchern versehene Holzröhrchen, welche mit Leinwand umgeben worden und Speisesubstanzen enthielten, verschluckt, so gingen jene nach kürzerer oder längerer Zeit (15 bis 97 Stunden) mit den Excrementen wiederum ab. Die Speisen waren, und zwar Fleisch leichter als Brot, entweder gänzlich, oder mehr oder minder aufgelöst. Das letztere kann natürlich für die besondere Thätigkeit des Magens nicht zeugen. Allein bei Personen, welche eine nach außen geöffnete

---

1) Herrn Abt Spallanzani's Versuche über das Verdauungs-Geschäfte des Menschen und verschiedener Thierarten nebst einigen Bemerkungen des Herrn Sennebier. Uebersetzt und mit einem Register versehen von Dr. C. F. Michaelis. Leipzig. 1785. 8. Vorzüglich S. 199 fgg.

Magenfistel hatten, ließ sich die Verflüssigung einzelner Substanzen durch den Magensaft direct beobachten (Helm. Beaumont). Ebenso können wir bisweilen in den durch das Erbrechen gelieferten Producten die Wirkungen des Magensaftes mehr oder minder verfolgen. Die Magenflüssigkeit von Thieren oder selbst von dem Menschen endlich bedingt in unseren Prüfungsgläsern eine Reihe von chemischen Wirkungen, welche mit den durch die natürliche Magenverdauung erzeugten Veränderungen zu einem großen Theile übereinstimmen. Diese auflösenden Effecte des Magensaftes sind aber die Folgen der Kräfte verschiedener Bestandtheile desselben, nämlich des Wassers, der in ihm enthaltenen Salze, der freien Säure und der in ihm befindlichen organischen Substanzen, welche wir erst, bevor wir die Gesammtthätigkeit der Magenverdauung betrachten, der Reihe nach durchgehen müssen.

215 Außerhalb der Verdauungszeit wird die Oberfläche der Magenschleimhaut von einer zähen, schleimigten Flüssigkeit überzogen. Diese ist wahrscheinlich concentrirter als der bei Füllung des Magens durch Nahrungsmittel oder andere feste Substanzen in reichlicherer Menge hervortretende Magensaft. Der letztere ergab, nachdem er bei einem mit einer Magenfistel versehenen Manne (von Beaumont) gesammelt und in einem verschlossenen Fläschchen von Canada nach Stockholm gesandt worden, 98,781 % Wasser (Berzelius). Das spec. Gewicht betrug 1,005 (Silliman). Wurde bei einem Pferde während des nüchternen Zustandes durch verschluckte Kieselsteine eine vermehrte Absonderung des Magensaftes hervorgerufen, so fand sich in der auf diese Art entlockten Flüssigkeit ein Wassergehalt von 98,4 % (Tiedemann u. Gmelin). Wir sehen hieraus, daß der Magensaft immer eine große Menge Wassers führt. Es ist nicht unwahrscheinlich, daß diese sich vermehrt, je länger und intensiver feste Körper die Wände des Magens reizen. Nach dem Genusse von Gallerte, von weichem Mehlbrei u. dgl. finden wir einen zäheren Magensaft. Wurden dagegen in den Magen von Fleischfressern, damit sie hier blieben und nicht in den Darm weiter gingen, größere durchbrochene Röhren, welche Speisen enthielten, eingebracht, so fand sich eine große Menge eines sehr flüssigen Magensaftes. Es tritt zugleich wahrscheinlich derselbe Fall wie bei den anderen Absonderungen ein, daß sie nämlich, je rascher und reichlicher sie entlockt werden, um so verdünnter ausfallen.

Das Wasser zieht nun in Verbindung mit dem durchtränkenden Speichel eine Reihe von Stoffen aus den genossenen festen Speisen aus. Hierher gehören z. B. die freien noch nicht gelösten Säuren und Alkalien, viele Salze, wie Kochsalz, Salmiak, die kohlensauren, schwefelsauren und phosphorsauren löslichen Alkaliverbindungen (Chlorcalcium), schwefelsaure Bittererde, der Zucker, der Pflanzenschleim, zum Theil die gekochte Stärke, das flüssige Eiweiß und theilweise die schon in den Nahrungsmitteln enthaltenen Leimsubstanzen, besonders die Gallerte. Daß die höhere Wärme des Magens diese Wasserauflösung gleich anderen Wirkungen des Magensaftes begünstigen müsse, ergiebt sich von selbst. Abgesehen von den übrigen Vortheilen, welche der Genuß der warmen Speisen gewährt, wirken

sie auch dadurch in ersprießlicher Weise, daß sie nicht nur die höhere Temperatur des Magens durch Ausgleichung mit ihrer Wärme nicht herabsetzen, sondern oft noch momentan erhöhen. Die Wasserextraction dauert hier länger als bei dem Kauen und der Einspeichelung und kann daher vollkommener eingreifen. Obgleich sie wahrscheinlich häufig durch den Abgang des Flüssigeren nach dem Zwölffingerdarm oder durch Resorption vor ihrem vollständigen Schlusse scheinbar unterbrochen wird, so bleibt dieses doch von geringerer Bedeutung, weil sich derselbe Proceß durch den nachfolgenden Magensaft, so wie später in den übrigen Darmtheilen fortsetzt. Die Behandlung mit wässerigeren Säften, welche die Nahrungsmittel im Magen erleiden, gewährt aber auch noch den Vortheil, daß die Speisen durchweichter, mehr mechanisch zertheilt und so zu ferneren Eingriffen der verdauenden Flüssigkeiten geeigneter gemacht werden.

Bei den einzelnen Analysen des Magensaftes der Thiere und des 216
Menschen sind sehr verschiedenartige Salze als Bestandtheile angegeben worden. Hierher gehören vorzüglich Chlorkalium, Chlornatrium, Chlorammonium und zum Theil Chlorcalcium, so wie basisch-phosphorsaure Kalkerde und eine wahrscheinlich phosphorsaure Verbindung des Talkes. Zu diesen gesellt sich noch ein Gehalt an Eisen, welches (nach Berzelius) als Oxydul oder in Verbindung mit Chlor als Eisenchlorür vorhanden ist. Bisweilen erhielt man auch, wo specieller hierauf geprüft wurde, schwefelsaure Verbindungen der Alkalien und schwefelsaure Kalkerde, so wie in der Asche kohlensaures, und selbst nach einigen, jedoch bestrittenen Angaben phosphorsaure Alkalien. Berücksichtigt man die Methode der Untersuchung, bedenkt man, daß die unorganischen Salze in der Regel durch Veraschen bestimmt werden, daß sich hierbei viele neue Combinationen erzeugen und daß in keiner der vorliegenden Analysen so genaue Prüfungen der Quanta der unorganischen Säuren und selbst der Basen vorgenommen worden, wie sie eine sichere Berechnung der unorganischen Körper verlangte; so müssen wir zugeben, daß diese mannigfaltigen Data nur sehr bedingte Rückschlüsse auf die Constitution des frischen Magensaftes und dessen Functionen im Leben erlauben. Da diese Flüssigkeit neben ihrem Wasser freie Säure, welche vielleicht Salzsäure ist, enthält, so läßt sich vermuthen, daß nicht bloß die Chlorverbindungen der Alkalien, sondern auch die basisch phosphorsaure Kalkerde schon in dem abgesonderten Magensafte enthalten sind. In dem durch Erbrechen entleerten Succus gastricus des Menschen fanden sich, während das Chlorammonium in zwei Fällen gänzlich fehlte, 0,13 % Salzsäure an Kali und Natron gebunden. Bei einer dritten Untersuchung erschienen 0,16 % Chlorwasserstoffsäure mit Ammoniak und 0,12 % mit Kali und Natron vereinigt (Prout)[1]. Berechnen wir nun für die beiden ersteren Fälle 0,13 % Salzsäure als Chlornatrium, so haben wir 0,20 % Kochsalz. In gleicher Art ergeben sich für die dritte Untersuchung 0,23 % Salmiak und 0,19 % Kochsalz, also 0,42 % in Wasser lösliche alkalische

[1]) Hünefeld Chemie und Medicin. Bd. II. 76.

Chlorverbindungen. Diese betrügen, wenn wir den festen Rückstand des Magensaftes des Menschen zu 1,269 % annehmen, etwas mehr als 1/6 von diesem. In dem Magensafte eines Pferdes, der durch eingebrachte Kieselsteine hervorgelockt wurde, zeigten sich sogar bei 1,6 % nicht flüchtiger Substanzen 0,502 %, also beinahe 1/3 des Ganzen in Wasser löslicher Salze (L. Gmelin); so daß hier, wo eine verdünntere Flüssigkeit geliefert wurde, vielleicht zugleich die Salze in Verhältniß zu den organischen Substanzen mehr vorherrschten. Daß diese bedeutenden Mengen der in Wasser löslichen Chlorverbindungen des Magensaftes für die Magenverdauung bestimmte Zwecke haben, unterliegt keinem Zweifel. Allein wir müssen frei bekennen, daß für die Natur ihrer Effecte zur Zeit noch keine vollständigen Reihen von Thatsachen vorliegen. Wahrscheinlicher Weise bewirkt vorzüglich das Chlornatrium, trotz seiner bedeutenden Verdünnung, eine Beförderung der Auflösung geronnener Proteinkörper durch den Magensaft. Während ein mit Salzsäure schwach angesäuerter Auszug der Magenschleimhaut bei 36° C. ein Stück feuchten geronnenen Eiweißes in 5 Stunden, ein solches frischen coagulirten Faserstoffes in 3½ Stunden, eine Portion Käsestoff in 5½ Stunden auflöste, wurde nach dem Zusatze von 1,5 % Kochsalz unter sonst gleichen Verhältnissen coagulirtes Albumin schon nach 2½ Stunden, geronnenes Fibrin in weniger als 1 Stunde und Käsestoff in 3 Stunden verflüssigt (Lehmann)[1]. Eben so lehrt die tägliche Erfahrung, daß ein Zusatz von Kochsalz schwerer verdauliche Arten von Fleisch, gesottene Eier und ähnliche Speisen löslicher mache. Ob es auch die Aufnahme fettiger Stoffe befördere, ob es noch andere Solutionen begünstige, steht dahin. Auch dürfte es vielleicht an den fäulnißwidrigen Eigenschaften des Magensaftes, auf welche wir in der Folge noch zurückkommen werden, einigen Antheil haben. Nach den Ansichten einiger Forscher könnte es noch unter der Voraussetzung, daß die freie Säure des Magensaftes Chlorwasserstoffsäure sei, durch seine Zerlegung die ungebundene Säure des Succus gastricus liefern. Ueber den Nutzen des phosphorsauren Kalkes vermögen wir nicht einmal irgend begründete Vermuthungen aufzustellen. Dasselbe gilt auch von den übrigen Salzen und dem Eisen des Magensaftes.

Bei der freien Säure, welche der verdauende Magensaft darbietet, können natürlich keine kohlensauren Alkalien und Erden in frischem Zustande vorhanden sein. Dagegen sollen diese in dem ersten Magen der Wiederkäuer, deren vierter Magen erst die wahrhaft verdauende saure Magenflüssigkeit liefert, vorkommen.

217 Nicht minder dunkel erscheinen viele Verhältnisse der freien Säure des thätigen Magensaftes. Wir haben gesehen, daß sie nur dann, wenn adäquate Reize die Magenschleimhaut zu größerer Absonderung anregen, zum Vorschein kommt. Eben so unzweifelhaft ist, daß sie von dem Magensafte selbst herrührt. Denn die Mundflüssigkeiten sind, wie wir gesehen

---

[1]) Lehrbuch der physiologischen Chemie von C. G. Lehmann. Leipzig. 1842. 8. Bd. I. S. 135.

haben, schwach alkalisch. Der Schleim des Oesophagus dagegen erscheint im Normalzustande indifferent. Der unmittelbar hervorquellende Magensaft aber wurde in der Regel unter verschiedenen Reizverhältnissen, und selbst wenn keine Speisemassen im Magen vorhanden waren, sauer gefunden. Auf gleiche Art läßt sich fast bestimmt behaupten, daß die Menge der Säure des abgesonderten Magensaftes mit dem Quantum oder der Intensität des einwirkenden und anregenden Reizes in gleichem Verhältnisse steht. Zunächst zeigt sie sich dem Cohäsionszustande der in den Magen eingebrachten halbfesten oder festen Nahrungsmittel mehr oder minder proportional. Am stärksten erschien die Röthung des Lackmuspapieres durch den Succus gastricus (von Katzen und Hunden) nach der Fütterung mit gekochtem Eiweiß, mit Faserstoff, Butter, Käse, Kleber, Milch, rohem oder gekochtem Rindfleisch, Knochen und Knorpeln, Spelzbrot und Roggenbrot; schwächer dagegen (bei Hunden) nach dem Genusse von Stärkmehl, Reis, Kartoffeln und Gallerte, und am schwächsten nach dem von flüssigem Eiweiße. Eingebrachte Kieselsteine riefen (bei Pferden und Hunden) einen sehr sauren Magensaft hervor. Daß aber auch die Intensität des Reizes und nicht bloß der mechanische Cohäsionszustand der Speisen von directem proportionalen Einflusse sei, erhellte daraus, daß die Einführung stark reizender Substanzen, wie z. B. von Pfeffer, von denselben Erfolgen einer starken Säuerung des Magensaftes begleitet war (Tiedemann und Gmelin)[1]. Es leidet keinen Zweifel, daß der Pfeffer und das Salz, welches wir zu vielen unserer Speisen hinzufügen, der Senf, den wir mit dem zähen Rindfleische verzehren, die Pfeffergurken, die sogenannten Cornichons nnd andere scharfe Stoffe, welche die gewählte Küche mit den schwereren Fleischspeisen verbindet, ganz die gleichen Wirkungen einer Vermehrung der Säure des Magensaftes und schon hierdurch, wie wir sehen werden, eine Verstärkung der Magenverdauung bezwecken sollen.

Sehr schwer dagegen läßt sich ermitteln, von welcher Natur die freie 218
Säure des Succus gastricus sei. Die verschiedenen Forscher haben in dieser Beziehung Salzsäure, Phosphorsäure, Essigsäure, Milchsäure, Buttersäure, eine eigenthümliche organische Säure und (bei Vögeln) Fluorwasserstoffsäure angegeben. Was die letztere betrifft, so schloß man auf die Anwesenheit derselben daraus, daß Achat- und Bergkrystalle, welche, in porösen Röhrchen eingeschlossen, 10 Tage lang in dem Magen von körnerfressenden Vögeln (Hühnern) verweilt hatten, matt und angefressen erschienen und 10 bis 14 Grn. an Gewicht verloren hatten (Brugnatelli). Die Digestion des Darminhaltes solcher Vögel soll auch Porcellangefäße angreifen (G. R. Treviranus). Die hierauf angestellten Versuche, durch Digestion mit Schwefelsäure einzelne freie Stellen einer mit Wachs überzogenen Glastafel zu blenden, fielen jedoch negativ aus (Tiedemann und Gmelin, Lehmann); so daß vorläufig beiderlei Arten von Erfahrungen mit einander im Widerspruche bleiben. Auch ließe

---

[1]) Fr. Tiedemann die Verdauung nach Versuchen. Zwei Bände. Zweite Auflage. Heidelberg und Leipzig. 1831. 4. Bd. I. 147 u. 297.

sich nicht einsehen, wozu die Kieselsteine, welche in dem Magen der Hühnervögel zu mechanischen Zwecken dienen und als Mahlsteine wirken, durch eine besonders abgesonderte so starke Säure, wie die Flußsäure, angegriffen werden sollten. Die Einführung der Kieselsäure in den Organismus aber wäre, wenn sie selbst nöthig würde, leichter auf einfachem Wege durch Bildung eines Kali- oder Natronsilicates zu erzielen. Es scheint daher, daß vielleicht fremde Beimischungen oder andere Verhältnisse die Veränderungen des Achates, des Bergkrystalles und des Porcellans bewirkten. Für die Annahme einer eigenthümlichen organischen Magensaftsäure spricht keine Erfahrung der gegenwärtigen organischen Chemie. Die Existenz freier Phosphorsäure in dem Succus gastricus ist in neuerer Zeit nicht bestätigt worden. Bedenkt man, daß die Milchsäure sehr leicht bei allen Gährungsprocessen, bei der Einwirkung der todten Magenschleimhaut auf organische gährungsfähige Substanzen aus diesen entsteht, so muß man sehr bezweifeln, daß die aufgefundene Milchsäure ursprünglich und während des Lebens in dem Magensafte enthalten war. Es bleiben daher nur noch die Salzsäure, die Essigsäure und die Buttersäure — drei Säuren, welche theils vereinzelt, theils in Gesellschaft mit einander in dem Magensafte angetroffen worden sind — übrig. Allein auch in Betreff dieser Körper herrschen noch vielfache Zweifel und Widersprüche. Ob die Buttersäure, wo man sie fand (L. Gmelin), ursprünglich existirte oder ein erst bei der Destillation oder anderen chemischen Operationen entstehendes Product gewesen ist, scheint auch noch durch künftige Forschungen sicherer constatirt werden zu müssen.

219 Die Ansicht, daß freie Salzsäure den vorzüglichsten Grund der Säuerung des Magensaftes bilde, hat die Auctorität der ausgezeichnetsten Forscher früherer und neuerer Zeiten (Prout, Berzelius, Tiedemann und Gmelin, J. Liebig) für sich. Außer den schon erwähnten Chlorverbindungen ergaben sich in dem Succus gastricus bei drei Proben 0,05 bis 0,06 % ungebundener Chlorwasserstoffsäure (Prout). Die durch künstlich erregtes Erbrechen herausbeförderte Magenflüssigkeit eines Kranken, der an Harnruhr litt, enthielt im Ganzen 0,093 % Salzsäure (Lehmann). Diese könnte aber nur so lange frei bleiben, als die in den Magen eingebrachten Nahrungsmittel ihr keine Gelegenheit darbieten, fernere Verbindungen einzugehen. Findet aber das letztere Statt, so muß eine Sättigung derselben möglich werden. So zeigte sich denn auch z. B. nach dem Einbringen von gewöhnlichen Kieselsteinen im Magensafte, dessen freie Säure dafür verschwunden war, Chlorcalcium in verhältnißmäßig größerer Menge (Tiedemann und Gmelin). Allein alle Erscheinungen, welche zur Annahme freier Salzsäure in dem Succus gastricus zu berechtigen schienen, sind in neuerer Zeit wiederum anders gedeutet und vorzüglich auf Rechnung der zahlreichen Chlorverbindungen, insbesondere des Chlornatrium, des Chlorcalcium (des Chlormagnesium) und des Eisenchlorürs bezogen worden. Die durch Destillation bisweilen erhaltene ungebundene Salzsäure, welche in anderen Fällen mangelte, könnte auch durch Zerlegung solcher Verbindungen entstanden sein. Schon bloße Sal-

miakdämpfe rötheten ebenfalls Lakmuspapier. Existirte freie Säure, so sei diese eher eine organische als eine unorganische (Hünefeld)[1]). Da sich aber die bei den letzteren Versuchen vorgefundene zum Theil mit Alkalien verbundene Milchsäure höchst wahrscheinlich erst während der Untersuchung selbst künstlich gebildet hatte; da sich ferner gegen die ursprüngliche Anwesenheit der Buttersäure Bedenken erheben lassen und auch die Existenz der Essigsäure von der so häufig im Magen auftretenden sauren Gährung herzurühren vermag; so sieht man, daß noch jede der bisher vorgebrachten Ansichten ihre nicht unerheblichen Schwierigkeiten darbietet. Es läßt sich nicht läugnen, daß es etwas Ansprechenderes hat, anzunehmen, daß eine organische, als daß eine unorganische Säure im Magen frei abgeschieden werde. Allein jedenfalls muß vorläufig ein bestimmteres Urtheil immer noch suspendirt bleiben. Uebrigens scheint es von untergeordneter Bedeutung zu sein, ob die Essigsäure oder die Salzsäure, wenn sie ungebunden sind, in dem Magensafte wirke, weil ihre Effecte, so weit sie bei den gewöhnlichen Nahrungsmitteln in Betracht kommen, höchstens quantitativ, nicht aber in ihren Grunderscheinungen auf wesentliche Weise differiren.

Eine mit freier Säure versehene Magenflüssigkeit kann bei der Verdauung mehrfache Wirkungen hervorbringen. 1) Wird sie das freie Alkali der Mundflüssigkeiten, welche die Speisemasse durchdringen, neutralisiren. 2) Wird sie Substanzen, welche in reinem Wasser, oder in Wasser, das die übrigen Bestandtheile des Magensaftes enthält, unlöslich sind, in einzelnen Fällen auflösen können. Von unorganischen Verbindungen gehören die kohlensauren und die phosphorsauren Kalksalze vorzugsweise hierher. Es versteht sich von selbst, daß sowohl die Salzsäure als die Essigsäure diese kohlensaure Verbindung zerlegt, die Kohlensäure austreibt, sich mit der Base vereinigt und so die Auflösung bewerkstelligt. Allein auch für die basisch phosphorsaure Kalkerde, die in fast allen thierischen Theilen vorkommt und die vorzüglichste Masse der erdigen Elemente der Knochen ausmacht, bilden Salzsäure sowohl als Essigsäure geeignete Lösungsmittel. Bedenken wir, daß die erstere auf dieses Salz sehr energisch, die letztere dagegen schwächer einwirkt und daß anderseits bei Hunden, welche Knochen verzehrt haben, die größte Menge der Knochenerde mit den Excrementen wiederum davongeht, so ließe sich hieraus ein Wahrscheinlichkeitsgrund dafür entnehmen, daß die freie Säure des Magensaftes eine organische und nicht Chlorwasserstoffsäure sei. Nur die vielleicht zu geringe Menge von Säure steht der Bestimmtheit dieser Schlußfolge entgegen. Auf den Einfluß derselben auf die Auflösung geronnener Proteinkörper werden wir sogleich zurückkommen. 3) Da der flüssige Käsestoff durch freie Säure, selbst durch Essigsäure in coagulirter Form niedergeschlagen wird, so hat der verdauende Magen auf Fluida, welche Käsestoff in aufgelöstem Zustande führen, dieselbe Wirkung. Die Milch gerinnt daher, und der vierte Magen der Wiederkäuer, der sogenannte Labmagen, wird deshalb schon längst als coagulirendes Zu-

---

[1]) F. L. Hünefeld Chemie und Medicin. Bd. II. 81—85.

satzmittel bei der Käsebereitung benutzt. Es ließe sich endlich 4) noch denken, daß die freie Säure auch zur Umwandlung mancher stickstofflosen Substanzen des Pflanzenreiches insofern gebraucht werde, als in ihnen der sonst eingeleitete Gährungsproceß beschränkt und so regulirt wird, daß er für die Verdauung seinen bestimmten Grad mäßigen Fortschrittes einhalte.

220 Die organischen Substanzen des nicht angesäuerten Magensaftes haben, so viel wir wissen, für Stoffe, welche sich in Wasser nicht vollständig auflösen, keine besonderen verflüssigenden Kräfte. Verdünnen wir die neutrale, während der Fastenzeit eines Thieres abgesonderte, die innere Oberfläche der Magenschleimhaut bekleidende Masse mit Wasser und legen in die Mischung Fleisch hinein, so fault dieses eher als daß es aufgelöst wird. Die faulige Zersetzung tritt bei höherer Temperatur um Vieles rascher als bei niederer hervor. Bei dieser letzteren dagegen zeichnen sich zugleich die organischen Magenbestandtheile durch ihre Widerstandskraft gegen Fäulniß aus. Nur wenn neben ihnen befindliche Verbindungen faulen, werden sie selbst in den gleichen Proceß fortgerissen. Der schon erwähnte (§. 215) von Amerika nach Europa (von Beaumont) gesandte, freilich in einem Gläschen verschlossene Magensaft zeigte noch nach mehr als zwei Jahren keine wahrnehmbare Veränderung und keinen fauligen Geruch (Berzelius). Wir können den Magen des Menschen oder der Thiere mehrere Tage an der Luft liegen lassen, ohne daß wir eine raschere Selbstzersetzung zu bemerken Gelegenheit haben. Man kann ihn sogar an der Luft ohne Beihülfe künstlich erhöhter Wärme eintrocknen lassen. Der mit Wasser ausgezogene und angesäuerte Magensaft hat dann seine Wirkung noch nicht verloren. Es muß jedoch schon hier bemerkt werden, daß, wie sich später zeigen wird, gerade diese Thatsache nicht ganz scharf für die Conservation der organischen Substanzen und deren Widerstand gegen Fäulniß zeugen durfte. Nach älteren Vorstellungen sollte der Magensaft nicht bloß selbst schwer faulen, sondern auch für benachbarte organische Substanzen antiseptisch wirken können. Man behandelte bald in niederer Zimmer-, bald in der Sonnenwärme faulende Fleischstücke mit Magensaft, welcher natürlich sauer reagirte, und fand, daß nach Maßgabe der erfolgenden Auflösung auch der Fäulnißgeruch verschwand und gänzlich aufhörte (Spallanzani)[1]. Daß diese ebenfalls an künstlichen Verdauungsflüssigkeiten mehr oder minder zu bestätigende Erfahrung noch nichts beweise, ergiebt sich von selbst. Man folgerte jedoch hieraus, daß der Magensaft die Fäulniß direct beschränke und daß diese Kraft allein es möglich mache, daß z. B. die Hyäne, der Geier von faulendem Fleische ohne Nachtheil leben. Ja man versuchte sogar, den Magensaft als antiseptisches Heilmittel in die Medicin einzuführen[2]). Daß die freie Säure und der verhältnißmäßig nicht unbedeutende Gehalt des Magensaftes an

---

1) Spallanzani über das Verdauungsgeschäft. Leipzig. 1785. 8. S. 293.

2) B. Carminati Untersuchungen über die Natur und den verschiedenen Gebrauch des Magensaftes in der Arzneiwissenschaft und der Wundarzneikunst. Wien. 1785. 8.

Chlorverbindungen, vorzüglich an Kochsalz, die faulige Zersetzung in sehr geringem Grade verhüten können, läßt sich wohl vorstellen. Allein wie schwach diese Kraft sei, lehrt der Umstand, daß, wenn wir nicht angesäuerten Magensaft mit Wasser verdünnen, in diese Flüssigkeit Fleisch, gekochtes Eiweiß u. dgl. legen und das Ganze einer anhaltenden Wärme von 28° — 32° R. aussetzen, der intensivste Fäulnißgeruch binnen kurzer Zeit, oft schon in wenigen Stunden, wahrgenommen wird. Hätte auch der Magensaft irgend bedeutende antiseptische Eigenschaften, so müßten alle Thiere und nicht bloß einzelne, als Ausnahmen anzuführende Geschöpfe faules Fleisch ohne Nachtheil genießen können. Die meisten aber brechen es, gleich dem Menschen, sobald die Fäulniß bedeutend vorgeschritten ist, wiederum aus oder verweigern dasselbe, wie einzelne Hunde, von vorn herein. Wenn auch viele Thiere, die sonst von frischen animalischen Substanzen leben, gegen faulige weniger empfindlich sind, so beweist doch schon der üble Effect, den solche Nahrungsmittel bei uns erregen, daß die Aufnahme dieser Speisen nicht sowohl mit der antiseptischen Wirkung des Magensaftes als mit dem Unterschiede der Intelligenz und der Gewohnheit zusammenhängt. Nicht sehr einsichtsvolle Personen, Individuen, welche durch Angewöhnung dazu geführt, durch Noth hierzu getrieben worden, lernen selbst faulige Substanzen genießen. Aber das riechende Wildpret, der stinkende Käse, das faulige Fleisch, alte Eier erregen leicht Verdauungsbeschwerden, weil ihre Selbstzersetzung im Magen nicht nur gehemmt wird, sondern eher noch weiter fortschreitet. Nur bei niederer Temperatur scheint allerdings der Magensaft etwas antiseptisch wirken zu können. Denn in einzelnen, freilich sehr inconstanten Fällen trat die Fäulniß des Fleisches etwas früher ein, wenn dieses sich unter bloßem Wasser, als wenn es sich unter verdünntem Succus gastricus befand.

Da der neutrale Magensaft Fleisch, geronnenes Eiweiß, coagulirtes 221
Fibrin, festen Käsestoff, die dichten Formen des Pflanzenfibrin (Kleber), des Pflanzenalbumin und des Pflanzencasein nicht auflöst, der saure Succus gastricus dagegen diese Substanzen verflüssigt, so lag es am nächsten zu untersuchen, ob nicht, während sich die organischen Substanzen des Magens mehr indifferent verhalten, die freie Säure allein die Solution bedingt. Es galt daher zuvörderst, die Einwirkung der Säuren auf die Proteinkörper zu prüfen. Da jedoch der Magen die übrige Eigenwärme des menschlichen Körpers von ungefähr 30° R. theilt und diese etwas höhere Temperatur die Einwirkung nur befördern kann, so war bei Versuchen der Art die gleichzeitige Mitwirkung einer mäßig erhöhten Digestionswärme zu berücksichtigen. Es versteht sich auch von selbst, daß man nicht concentrirte, sondern nur verdünnte Säuren anwenden konnte. Denn gesetzt, die Angabe, daß der Magensaft 0,05 — 0,06 % freie Salzsäure enthalte (Prout), sei richtig, so beträgt diese natürlich nur $^1/_{200}$ — $^1/_{166}$ des ganzen Succus gastricus. Nimmt man an, daß im Mittel nur 1 % einfach kohlensaures Kali den sauren Magensaft neutralisire (C. H. Schultz), so würde dieses ungefähr 1,6 % Salzsäure, also $^1/_{62}$ des Ganen erfordern. Alle Experimente mit concentrirteren Säureflüssigkeiten er=

lauben hiernach keine vollständige Anwendung auf die Thätigkeit der Magenverdauung.

222 Was nun zuerst die Milch betrifft, so coagulirt die der Frau nach dem Zusatze von Chlorwasserstoffsäure weder bei dem Erhitzen, noch im Kalten in den ersten 12 Stunden, in geringem Grade dagegen nach 24 Stunden, während die Kuhmilch unter den gleichen Verhältnissen sogleich, die Hundemilch erst nach 8 Stunden und selbst dann nur schwach gerinnt (Fr. Simon). Es ergaben sich jedoch bei Beobachtungen der Art noch andere Resultate. Wurde zu gewöhnlicher Kuhmilch ungefähr $^1/_{100}$ concentrirter Salzsäure gesetzt, so entstanden sogleich nicht unbedeutende Coagula, die sich bei $^1/_{50}$ — $^1/_{40}$ wenig vermehrten und bei mehr Salzsäure eher abnahmen. Obgleich die Gerinnbarkeit des Käsestoffes durch Essigsäure bekannt ist, so bildete sich selbst nach stärkeren Zusätzen von Essig zu gekochter Kuhmilch ein unbedeutenderes Coagulum, als wenn unter den gleichen Verhältnissen Salzsäure angewendet worden war. Da nun alle genossene Milch im Magen leicht und in ausgedehnterem Maaße gerinnt, so scheint hier dieser Proceß, sei es durch die erhöhte Wärme, sei es durch die Thätigkeit der in dem Magensafte enthaltenen organischen Substanzen, sei es durch Umwandlung des Milchzuckers in Milchsäure und daherige Vermehrung der Säuremenge, in hohem Grade befördert zu werden. Dazu kommt noch, daß sich die durch Essigsäure oder Milchsäure erhaltenen Coagulationen des Käsestoffes in Wasser nicht auflösen.

223 Die Solutionen des flüssigen Eiweißes werden durch Essigsäure nicht niedergeschlagen. Dagegen verhalten sie sich gegen unorganische Säuren auf eigenthümliche Art. Setzt man zu einer wässerigen Lösung flüssigen Albumins, wie man es durch Verdünnung des Hühnereiweißes mit Wasser und Filtriren erhält, sehr geringe Mengen von Salzsäure, Salpetersäure oder Schwefelsäure, so daß diese $^1/_{500}$ — $^1/_{200}$ — $^1/_{100}$ oder selbst $^1/_{50}$ des Ganzen betragen, so entsteht ein feiner grauweißer wolkiger bis dünnflockiger Niederschlag, eine sogenannte mikrolytische Fällung, welche sich sehr leicht nach dem Zusatze von etwas mehr Säure auflöst. Mittlere Säuremengen erzeugen daher gar keine Veränderung, weder einen Niederschlag, noch selbst eine Trübung der Flüssigkeit. Noch bedeutendere Säurequantitäten rufen coagulirte, sogenannte makrolytische Präcipitate von sehr großem Umfange, die durch noch stärkere Anwendung der Säuren, vorzüglich mit Beihülfe der Wärme, unter Zersetzung des Eiweißes aufgelöst werden, hervor. Sie sind ursprünglich sauer, werden aber durch Auswaschen neutral und hierdurch löslich. Ist daher die freie Säure des Magensaftes Essigsäure, so wird das genossene flüssige Eiweiß gar nicht verändert werden. Es kann sofort durch Resorption in das Blut übergehen. Wäre sie dagegen Salzsäure, die sich schon bei unseren künstlichen mikrolytischen Versuchen vor der Salpetersäure und vorzüglich vor der Schwefelsäure und der Phosphorsäure in ihren Wirkungen sehr auszeichnet, so könnten höchstens mikrolytische Trübungen und Fällungen, welche immer nur wenig Albumin enthalten und in einem geringen Ueberschuß von Säure leicht löslich sind, bedingt werden. Während daher auch die Milch im

Magen eine starkes Präcipitat festen Käsestoffes, das erst ferner wieder aufgelöst werden muß, absetzt, vermag dieses bei dem flüssigen Eiweiße gar nicht oder höchstens nur in einem keineswegs sehr einflußreichen Grade Statt zu finden. Wir nehmen auch in der That im Chymus keine besondere Coagulation des als Flüssiges eingebrachten Eiweißes wahr. Es erklärt sich zugleich hieraus, weshalb sich Leute mit schwacher Verdauung, d. h. bei denen die Kraft fehlt, den coagulirten Käsestoff wiederum zu lösen, nach dem Genusse von Milch nicht selten den Magen verderben, frische weiche Eier dagegen und überhaupt flüssiges Eiweiß sehr leicht vertragen. Anderseits kann die Milch unter anderen Verhältnissen von Schwäche und Krankheit ein gutes Nahrungsmittel werden. Denn sobald sie nur weniger coagulirt oder sobald nur die Möglichkeit der Wiederauflösung des durch die Umwandlung ihres Milchzuckers in Milchsäure entstehenden Coagulum vorhanden ist, bildet sie eine Nahrungssubstanz, welche eben so leicht aufgesogen werden kann, als sie sich durch eine reichliche Menge sehr tauglicher Bestandtheile, wie Käsestoff, Fett, Zucker, auszeichnet.

Wichtiger als diese Einflüsse der Säuren auf die flüssigen Proteinkörper sind die Wirkungen, welche sie auf geronnene Substanzen der Art ausüben. Da man in neueren Zeiten fast allgemein annahm, daß die freie Säure des Magensaftes Salzsäure sei, so sind auch die hierher gehörenden Versuche vorzugsweise mit Mineralsäuren angestellt worden. Geronnenes Eiweiß wird durch geringe Quantitäten oder mikrolytische Verhältnisse von Salz-, Salpeter- oder Schwefelsäure nach stunden- oder tagelanger Digestion in höherer Wärme, wie es scheint, ohne Zersetzung aufgelöst, während concentrirte Säuren der Art die Solution nicht sowohl im Kalten, als besonders bei dem Kochen schnell und unter Zersetzung des Albumins bewirken. Mittlere Säureverdünnungen wirken leicht nach langer Digestion in der Brutmaschine bei 28—35° R., indem sie durch den Wasserverlust concentrirter werden, gleich den stärkeren Säuremengen. Faserstoff z. B. des Venenblutes und Käsestoff verhalten sich mehr oder minder ähnlich wie das Eiweiß. Das vollständige geronnene Albumin zeigt gegen Essigsäure selbst bei dem Kochen eine bedeutende Widerstandskraft. Fibrin wird durch sie durchsichtig, gallertartig und zum Theil löslich. Die Einwirkung der Essigsäure auf Gewebe, welche geronnenes Fibrin enthalten, bedingt es theils durch größere Auflösung, theils durch die Erzeugung einer bedeutendern Durchsichtigkeit, daß die der Essigsäure widerstehenden Kernbildungen und andere von ihr in geringerem Grade oder gar nicht angreifbaren Substanzen anschaulicher werden. Jene Säure wird so zu einem so äußerst schätzbaren Mittel für die mikroskopische Untersuchung der Gewebe. Verdünnte Salzsäure dagegen (im Verhältniß = 1 : 20) kann nach einer länger anhaltenden Digestion auch die sogenannten Kernfasern des Umhüllungsgewebes auflösen. Kleber wird durch die Einwirkung von Säuren schmieriger und zum Theil löslich, ohne jedoch gänzlich in dieser Solution aufzugehen (Eberle). Kurz, die Säuren vermögen selbst in bedeutenden Verdünnungen die geronnenen Proteinkörper nach sehr lange anhaltender Digestion in mäßig hoher Wärme anzugreifen, zu

verändern und selbst theilweise oder gänzlich aufzulösen. Allein ihre Einwirkung erfolgt theils schwächer, theils langsamer als bei der natürlichen Bereitung des Chymus im Magen. Es ergiebt sich daher hieraus von selbst, daß die freie Säure des Magensaftes allein nicht die Ursache der Lösungen der geronnenen Proteinkörper zu Speisebrei sein könne.

225 Es lag nun zunächst, zu prüfen, ob die Combination von freier Säure und von organischen Bestandtheilen, wie sie bei der natürlichen Verdauung in Anwendung kommt, bei künstlich unterhaltener geeigneter mäßiger Temperatur oder selbst ohne diese in unseren Reagenzgläsern eine Auflösung der geronnenen Proteinkörper zu erzeugen im Stande sei. Hierbei waren zwei Vorstellungen möglich. Entweder konnte man sich denken, daß der Magensaft die freie Säure, die dann unter Beihülfe des die Speisen durchtränkenden Speichels die Auflösung bewirkt, liefert. Oder diese entsteht durch die Unterstützung, welche die der freien Säure beigefügten organischen Bestandtheile des Magensaftes bedingen. Wäre das Erstere richtig, so müßte mit Säure in Minimo versetzter Speichel geronnene Proteinkörper auflösen. Allein auch in diesem Falle erscheinen nur unvollkommene Solutionen (Beaumont). Es mußte daher die Verbindung des Magensaftes mit Säuren geprüft werden. Diese in neuerer Zeit (von Eberle, Joh. Müller und Schwann, Purkinje und Pappenheim, Wasmann, Stannius u. A.) vorgenommenen Versuche bezeichnete man mit dem Namen der Experimente über die künstliche Verdauung. Als allgemeines Resultat ergab sich bald, daß die Vermischung von Magensaft und Säure in geeigneten Proportionen geronnene Proteinkörper schneller auflöse als die mikrolytische Verdünnung derselben Säure allein. Bei warmblütigen Thieren wird die Solution durch die anhaltende Einwirkung einer geeigneten mäßig hohen Temperatur (von ungefähr 28 — 32° R.) wesentlich befördert. Bei dem Magenschleime kaltblütiger Geschöpfe bedarf es dieser Beihülfe der Digestion in geringerem Grade oder gar nicht. Bei dem des Frosches z. B. treten die erwünschten Effecte schon unter dem Einflusse der bloßen atmosphärischen Temperatur ein (Stannius). Alle untersuchten Thiere aber von den Krustazeen (Pappenheim) bis zu den Säugethieren, so wie der Mensch, zeigen unter Zusatz von Säuren zu ihrer Magenschleimhaut dieselben Wirkungen, gleich wie alle bisher geprüften Säuren, unorganische wie organische, sobald sie in geeigneten Proportionen beigemischt werden, jene erhöhten auflösenden Effecte der Magenschleimhaut hervorlocken können.

Die Anwendung des Magensaftes zu diesen Versuchen findet auf verschiedene Weise Statt. Entweder nämlich gebraucht man denselben unmittelbar oder man bedient sich des filtrirten Wasserextractes der Magenschleimhaut, oder man trocknet den Magen im Ganzen, zerschneidet ihn in Stücke, übergießt diese, sobald man sie braucht, mit Wasser und weicht sie auf diese Art auf. Die letztere Methode basirt sich darauf, daß der Magensaft durch Trocknen an der Luft oder in mäßiger Wärme nichts an Kraft verliert. Um sich eine Solution von Magensaftstoffen zu bereiten, kann man den Magen mit Wasser füllen, das Ganze 24 Stunden liegen lassen und die Flüssigkeit dann abfiltriren oder selbst unmittelbar gebrauchen. Oder man wäscht die Schleimhaut so weit ab, bis keine saure Reaction mehr hervortritt, und zieht sie dann mit Wasser aus. Man kann diese Extraction mehrere Male wiederholen, ohne daß die Verdauungskraft der erhaltenen

Flüssigkeit verloren geht. Sie wird nur natürlicher Weise immer schwächer und schwächer. Oder man zerschneidet die Magenschleimhaut in Stückchen, reibt diese mit Wasser in einer Reibschaale zusammen und filtrirt das Ganze. Alle diese Verdauungsmischungen müssen hierauf mit Säure in mikrolytischen Verhältnissen versetzt werden. Um sie in einer der Wärme des Magens des Menschen ungefähr entsprechenden Temperatur, zwischen 28° und 32° R. zu erhalten, dient am besten eine Brutmaschine, in deren Inneres die mit Verdauungsflüssigkeit gefüllten Gläschen eingelassen sind und welche durch eine untergesetzte Lampe zweckmäßig gespeist wird. Allenfalls können die Gläschen nur auf einem mäßig erwärmten Ofen oder in die Nähe desselben oder in die Sonne gestellt werden. Die bloße Zimmertemperatur (von 15° — 18° C.) ist meistentheils für eine beschleunigte Wirkung zu schwach. Für das genauere Studium der einzelnen successiven Veränderungen, welche die geronnenen Proteinkörper durch Einwirkung der Verdauungsflüssigkeit erleiden, sind Albuminwürfel, welche man aus hart gesottenen Hühnereiern herausschneidet, am passendsten.

Durch die Einwirkung der mikrolytisch gesäuerten Verdauungsflüssig- 226
keit werden bei 28° — 32° R. geronnene Proteinkörper allmälig aufgelöst. Die Schnelligkeit und die Stärke der Einwirkung steht im Allgemeinen unter gleichen Verhältnissen der Verdauungsflüssigkeit mit dem Grade der Consistenz, der Intensität des geronnenen Zustandes der Proteinkörper in umgekehrtem Verhältnisse. Die Beförderungsmittel der Solution sind, wie für alle anderen Auflösungen, mechanische Einwirkung der aufzulösenden Körper, Hindernisse ein zu großer Wassergehalt der Mischung, weniger dagegen, mindestens bis zu einer gewissen Grenze, ein Wachsthum der Menge der aufzulösenden Substanzen. Die Kanten der Eiweißwürfel werden zuerst durchscheinender, verlieren dabei ihre weiße Farbe, zeigen sich matter, mehr grauweiß, in ihren Begrenzungen unbestimmter, oft gleichsam angefressener, und werden endlich von außen nach innen gänzlich aufgelöst. Indem der Proceß in dieser Art fortgeht, vermindert sich das Volumen des Eiweißwürfels allmälig. In dem Mittelstadium der Solution haben wir einen weißen Kern, der von einer grauen je weiter nach außen, um so weicher werdenden Peripherie umgeben wird. Ist diese noch stark, so erscheint das frühere Geradflächige noch mehr oder minder deutlich. Später dagegen wird das Stück immer rundlicher und zuletzt wiegt die abgerundete Gestalt, selbst des weißeren Kernes vor. Faserstoff, vorzüglich die weichere Art desselben, wie sie im Venenblute vorkommt, scheint noch rascher, Käsestoff dagegen schwieriger als Eiweiß aufgelöst zu werden (Wasmann). Auch Kleber sollte nach älteren Erfahrungen (von Schwann und von mir) der Einwirkung der Verdauungsflüssigkeit widerstehen, unterliegt ihr jedoch nach neueren Beobachtungen ebenfalls (Scherer). Bei den gewöhnlichen, hierher gehörenden Nahrungsmitteln lassen sich zugleich oft die allmäligen Einflüsse des Verdauungsliquidum auf die verschieden dichten Proteinkörper unter dem Mikroskope verfolgen. Zellgewebe und Fleisch erleiden zuerst dieselben Metamorphosen wie nach Einwirkung sehr verdünnter Säuren. Die Zellgewebe- sowohl als die Muskelfaser wird heller und durchsichtiger, so daß das Umhüllungsgewebe, welches mehr Widerstand leistet, die Kern- oder die Umhüllungsfasern deutlicher hervortreten. Zugleich löst sich das Zellgewebe früher als die Muskelfaser vollständig auf. Eben so wird auch bei den Nerven, den Sehnen und den

Bändern das Umhüllungsgewebe deutlicher (Pappenheim). Die beiden letzteren bieten einen mehr oder minder energischen Widerstand der Auflösung dar. Noch größer ist dieser bei den Knorpeln. Dünne Scheiben derselben verlieren ihre Durchsichtigkeit und ihre helle Färbung. Zuerst werden die Knorpelkörper aus ihrer Zwischenmasse frei und lösen sich dann selbst späterhin bis auf ihre Kerne. Diese verbleiben in einem Rückstande, welchen die Knorpelsubstanz bei diesen Versuchen hinterläßt. Knochen geben zum Theil, wie gegen angesäuertes Wasser, ihre Kalksalze ab. Wie sich der Knochenknorpel hierbei verhalte, dürfte noch genauere Untersuchungen erfordern. Elastisches Gewebe und Horngebilde, wie z. B. die Oberhaut, die Nägel, das Horn, widerstehen der Einwirkung der schwach angesäuerten Verdauungsflüssigkeit (Wasmann). Bei allen diesen Nahrungsmitteln erhöht sich die Einwirkung in ungefähr gleichem Grade mit der Stärke der Verkleinerung der aufzulösenden Substanzen. Sehr dünne Eiweißscheiben z. B. werden in doppelt so kurzer Zeit und noch früher als große Stücke von Albumin verflüssigt. Enthalten die der Einwirkung unterworfenen Nahrungsmittel Fett, so finden wir meistentheils auf der Oberfläche der Verdauungsflüssigkeit, sobald diese ihre Einwirkung begonnen hat, einzelne Oeltropfen zerstreut. Es versteht sich übrigens von selbst, daß, wenn man zur Bereitung des Digestionsfluidums in angesäuertes Wasser Stücke von Magenschleimhaut gelegt hat, diese ebenfalls angegriffen werden können, indem sich die auflösende Kraft des Fluidums gegen das Zellgewebe, die einfachen Muskelfasern, die Fasern der Schleimhaut und des Bauchfellüberzuges der Magenhautfragmente wendet. Die Flüssigkeit trübt sich und enthält zahlreiche kleine flockige Ueberreste der angewandten Magenhaut. Fehlt dagegen die hinzugesetzte Säure, so kann man eine Flüssigkeit, in welche z. B. Stücke getrockneter Magenschleimhaut des Menschen gelegt worden, mehrere Tage lang in der Digestionswärme ohne Trübung, und indem sie sich nur weingelb bis braun färbt, erhalten [1]).

227 Wie aber auf diese Art der Zusatz der organischen Bestandtheile des Magensaftes zu schwach angesäuertem Wasser die Auflösung geronnener Proteinkörper beschleunigt, so zeigt sich derselbe Effect in Betreff des Niederschlages des Caseins aus seinen Auflösungen. Bekanntlich gerinnt der Käsestoff der Milch bei dem Kochen der letzteren nicht. Versetzt man diese dagegen mit Verdauungsflüssigkeit und erwärmt das Ganze ein wenig, so bildet sich bald ein starkes Coagulum. Hierzu ist mehr als 0,42 % organischer Substanz erforderlich. 0,83 % derselben bedingt schon deutliche Effecte (Schwann). Zu solchen Wirkungen bedarf es keiner besonderen

---

[1]) Eberle Physiologie der Verdauung. Würzburg. 1834. 8. Joh. Müller und Schwann in Müller's Archiv. 1836. 70. Schwann ebendaselbst. 90. Joh. Müller's Physiologie. Dritte Auflage. 1838. Bd. I. S. 544. J. Gerson experimenta de chymificatione artificiosa. Berolini. 1835. 8. Repert. für Anat. und Phys. Bd. II. 200. J. Vogel in Liebig's Annalen der Pharmacie. 1839. April. 37. S. Pappenheim zur Kenntniss der Verdauung im gesunden und kranken Zustande. Breslau. 1839. 8. A. Wasmann de digestione nonnulla. Berolini. 1839. 8.

Ansäuerung der Verdauungsflüssigkeit oder des Fluidums, das Stückchen Magenschleimhaut enthält. Dieses sowohl als die coagulirende Einwirkung des Magensaftes erklärt sich zum Theil daraus, daß sich bei dem Contacte der organischen Substanzen der Magenwände mit der Milch der Milchzucker der letzteren in Milchsäure umsetzt. Das durch diese Säure erzeugte Coagulum des Käsestoffes aber löst sich in Wasser oder in mehr Säure nicht vollständig auf.

Die zweckmäßig angesäuerte Magenflüssigkeit bietet noch eine andere 228
Eigenthümlichkeit, welche gewissermaßen an die antiseptische Eigenschaft des frischen Magensaftes erinnert, dar. Setzen wir Magenschleimhaut und Wasser oder Verdauungsflüssigkeit der Digestionswärme von 28 — 32° R. aus, so fault sie früher oder später und häufig sogar sehr schnell. Im Kalten hält sie sich um Vieles länger unzersetzt. Haben wir ihr dagegen eine mikrolytische Menge Säure hinzugefügt, so nimmt sie bald in erhöheter Temperatur den unangenehmen säuerlichen Geruch, welchen die gewöhnlichen erbrochenen Massen darbieten, an. Allein sie behält diesen Tage lang, ohne daß sich der wahre Fäulnißgeruch einstellt. Noch deutlicher tritt dieses hervor, wenn durch sie geronnene Proteinkörper aufgelöst worden sind. Trotz der reichlichen Anwesenheit von Wasser erscheint doch keine Fäulniß, die sich in einer ähnlichen, nur mit keiner Säure versehenen Flüssigkeit so rasch und auf eine so prägnante Weise einstellt. Angesäuerte und später neutralisirte Verdauungsflüssigkeit fault bisweilen sehr leicht (Pappenheim), bisweilen jedoch schwerer. Dasselbe ist auch mit einem schwach alkalischen Verdauungsfluidum der Fall. Eine zu saure Mischung ruft aus erklärlichen Gründen eine besondere Geneigtheit zu Schimmelbildung hervor.

Nur ein mikrolytisches Verhältniß der zugesetzten Säure eignet sich 229
zu diesen über die künstliche Auflösung von geronnenen Proteinkörpern anzustellenden Versuchen. Für Salzsäure ergaben sich 0,68 % — 1,37 % als die günstigsten Proportionen (Schwann). Die mit Erfolg anzuwendende Quantität dieser Säure kann zwischen 0,2 — 4,0 % schwanken (Wasmann). Der Zusatz größerer Säuremengen, als diese mikrolytischen sind, schadet der auflösenden Wirkung der Verdauungsflüssigkeit und vernichtet sie zuletzt gänzlich. Die Eiweißwürfel bleiben weiß und werden zugleich spröder und brüchiger. Concentrirtere Säuren wirken mit jener wie ohne sie, entweder noch mehr erhärtend oder bei stärkeren Quantitäten zersetzend und lösend. Nehmen wir nach den bisherigen Erfahrungen an, daß in dem sauren Magensafte ungefähr 0,5 — 1,6 % freie Säure enthalten sind, so ergiebt sich von selbst, daß sich die Natur hier eher an die niederen Mengen hält und ihr Princip, den Auflösungssaft des Magens so sanft als möglich zu machen und mit den geringsten Kräften die möglichst größten Wirkungen zu erzielen, nicht verläßt. — Die Mengen der organischen Stoffe des Magensaftes dagegen, welche in einer tauglichen Verdauungsflüssigkeit vorhanden sein müssen, schwanken zwischen ausgedehnteren Grenzen als die der Säuren. Es zeigt sich nämlich gar kein Maximum, über welches hinaus die Wirkung mangelte. Das Minimum geht noch weiter als das der Säure.

Denn eine Lösung, welche selbst nur 0,0017 % Verdauungssubstanz, sogenanntes Pepsin (s. §. 232) enthält, ist noch zur künstlichen Auflösung von Eiweißkörpern geeignet (Wasmann). Ja kleine Quantitäten desselben, z. B. nur 4—8 % zeichneten sich schon durch vorzügliche Digestionskraft aus (Schwann). Durch die Auflösung einer proportionellen Menge geronnener Proteinkörper, z. B. geronnenen Eiweißes, wird die Verdauungsflüssigkeit nach und nach schwächer und endlich erschöpft. Sie hat aber hierdurch ihre auflösende Fähigkeit nicht absolut verloren. Ein fernerer Zusatz von mikrolytischen Säuremengen giebt ihr ihre früheren Kräfte wieder, ohne daß neue organische Substanz zugefügt zu werden braucht. Die bloße Vermehrung dieser letzteren ohne Säure ist nicht im Stande, die Digestionsfähigkeit von Neuem zu beleben.

230 Die Wirkungen eines Beisatzes von Chlorverbindungen, wie sie im Magensafte vorkommen, zu der Verdauungsflüssigkeit bedürfen noch einer besonderen Erwähnung, weil hin und wieder diesen Salzen, vorzüglich dem Salmiak, ein großer Antheil an dem Auflösungsprocesse zugeschrieben wurde. Wir haben schon früher gesehen, daß der Zutritt einer geringen Menge von Kochsalz zu den Nahrungsmitteln oder zu der mikrolytisch angesäuerten Verdauungsflüssigkeit die Auflösung der geronnenen Proteinkörper deutlich beschleunigt (Lehmann). Wir wissen ferner, daß Salmiak die weicheren Arten des geronnenen Faserstoffes, z. B. die Fibrine des venösen, nicht aber die härtere des arteriellen Blutes in mäßiger Digestionswärme gänzlich bis größtentheils aufzulösen im Stande ist. Bedenkt man nun, daß der Salmiak allein ebenfalls eine saure Reaction bedingen kann (Hünefeld), so stellt sich die Frage, ob nicht selbst ein bloßer Zusatz von Salmiak oder von Kochsalz oder von beiden zur normalen Verdauungsflüssigkeit ohne Säure auflösende Kräfte hervorbringen, oder ob nicht diese Salze die freie Säure gänzlich oder zum Theil ersetzen können. Schon frühere Versuche (von Pappenheim) deuten auf eine verneinende Antwort hin, und neuere Beobachtungen bekräftigen dieses Resultat ebenfalls. Ich setzte vier Reagenzgläser der Digestionswärme aus. Das eine enthielt destillirtes Wasser und verkleinerte Fragmente einer vorher getrockneten und schon länger als ein halbes Jahr aufbewahrten Magenschleimhaut des Menschen, das andere dieselbe Mischung mit einer mikrolytischen Quantität Salzsäure; das dritte die gleiche nicht angesäuerte Verdauungsflüssigkeit mit einer ungefähr gleichen Menge Salmiak und das vierte mit circa eben so viel Kochsalz. Allen wurden ungefähr gleich viel Eiweißwürfel von derselben Größe beigefügt. Die keine Säure und keine Salze enthaltende Verdauungsflüssigkeit färbte sich dunkelweingelb, blieb aber 3—4 Tage lang klar und behielt die Magenschleimhautstücke, wie sie hineingelegt worden, nur daß sie sich im aufgeweichten Zustande befanden. Die mikrolytisch saure Verdauungsflüssigkeit trübte sich sogleich und löste nicht nur die Eiweißwürfel nach und nach vollständig auf, sondern griff auch die Fragmente der Magenschleimhaut in dem Grade an, daß nur Ueberreste derselben in Form von Flocken in der Flüssigkeit herumschwammen. Auf der Oberfläche der letzteren erschienen viele einzelne Oeltropfen. Die nicht angesäuerten nur

mit Salmiak oder mit Kochsalz in kleinen Mengen versehenen Verdauungsflüssigkeiten behielten ihr klares weingelbes Aussehen und ließen die Eiweißwürfel durchaus unangegriffen. Nun wurden nach zwei Tagen der Einwirkung der Digestionswärme die Mengen des Salmiaks sowohl als die des Kochsalzes bedeutend vermehrt. Allein der negative Erfolg blieb nach zwei darauffolgenden Tagen durchaus derselbe. Hierauf wurde die Verdauungsflüssigkeit, welche den Salmiak enthielt, schwach angesäuert; diejenige dagegen, welche das Kochsalz führte, mit einer nicht unbedeutenden Menge von Salmiak vermischt. Das mikrolytisch angesäuerte Fluidum löste nach und nach die Eiweißwürfel vollständig auf. Ob eine Verlangsamung des Processes dabei Statt fand oder nicht, blieb dahin gestellt. In der nicht angesäuerten, nur viel Kochsalz und Salmiak führenden Flüssigkeit aber erschien das Eiweiß 4 Tage lang durchaus unverändert. Es ergiebt sich daher, daß weder das Chlornatrium, noch das Chlorammonium allein, noch die Combination beider die freie Säure zu ersetzen im Stande ist.

Die Reactionen, welche die Verdauungsflüssigkeit gegen Impondera- 231
bilien und ponderable Stoffe darbietet, lassen sich auf drei verschiedene Wirkungsphänomene reduciren. Entweder nämlich erhält sich die verdauende Kraft unverändert, oder sie wird für immer vernichtet, oder sie wird nur latent und kann durch eine fernere zweckmäßige Behandlungsweise vollständig wieder hergestellt werden. Eine vollkommene Effectlosigkeit erscheint in allen den Fällen, wo die organischen Stoffe des Verdauungsfluidum in einen Zustand, welcher dem des vollständig geronnenen Eiweißes parallelisirt werden kann, übergehen. Eine Restitution der latent gewordenen Digestionskraft ist dann möglich, sobald ein Reagens einen Niederschlag erzeugt hat. Bietet dieser auch keine Verdauungseigenschaften dar, so können sie doch durch eine zweckmäßige Behandlung der löslichen in ihm enthaltenen organischen Stoffe des Magensaftes wiederum hervortreten. Untersuchen wir nun die verschiedenen hierbei in Betracht kommenden Eigenschaften der wirksamen Verbindungen des Succus gastricus, so sehen wir, daß ein vorsichtiges Verdampfen zum trockenen Rückstande die Digestionskräfte nicht aufhebt, daß dagegen diese durch Kochen der Verdauungsflüssigkeit verloren gehen. Doch verliert das Digestionsfluidum schon bei 60° — 70° einen großen Theil seiner Wirkung. Es wird überhaupt schwächer, wenn man die Digestion der Magenschleimhaut mit Wasser im Warmen, als wenn man sie im Kalten vornimmt (Pappenheim). Ein Zusatz von Alkohol zur frischen Verdauungsflüssigkeit hemmt leicht den Effect derselben. Dagegen erträgt der trockene Rückstand eine alkoholische Extraction, ohne bei späterer Auflösung im Wasser seine Kraft zu verlieren (Purkinje und Pappenheim, Schwann, Wasmann). Sehr kleine Quantitäten von Mineralsäuren, z. B. von Salzsäure, bedingen in der Verdauungsflüssigkeit einen nach Zusatz von etwas mehr Säure wiederum löslichen Niederschlag, ohne daß in beiden Fällen die auflösende Wirkung des Digestionsfluidums irgendwie beeinträchtigt wird. Große Mengen von Säurenda gegen fällen von Neuem und vernichten auch dabei die Solutionswirkung. Eben so schadet der Zusatz von geringen Mengen kaustischer

Alkalien nichts. Nach Neutralisation derselben mit Säuren und einem geringen überschüssigen Beisatze der letzteren tritt der auflösende Effect von Neuem hervor. Größere Mengen von kaustischen oder kohlensauren Alkalien werden schon deshalb nachtheilig, weil durch ihre Neutralisation zu viel Salze in die Verdauungsflüssigkeit kommen und sie außerdem die organischen Stoffe leicht zersetzen. Eben so erwies sich das Hinzufügen von schwefeligtsaurem Natron als schädlich. Arsenigtsaures Kali dagegen störte die Auflösung der geronnenen Proteinkörper durch die Verdauungsflüssigkeit nicht (Schwann). Die meisten Metallsalze, welche dieselbe niederschlagen, machen nur die Auflösungskraft latent, vernichten sie bloß momentan und lassen sie nach geeigneter Zersetzung des Niederschlages wieder hervortreten. Behandeln wir z. B. das Verdauungsfluidum mit essigsaurem Bleioxyd, so geht durch das dann entstehende Präcipitat die Verdauungskraft gänzlich oder größtentheils verloren. Sammeln wir dagegen den Niederschlag auf einem Filtrum, rühren ihn mit destillirtem Wasser gut an, leiten einen Strom von Schwefelwasserstoffgas hindurch und trennen das gefällte Schwefelblei durch Filtration, so haben wir in dem Filtrate eine neue, unter der Voraussetzung der schwachen Ansäuerung wirksame Verdauungsflüssigkeit. Durch die Einwirkung der meisten Metallsalze scheinen übrigens zwei Verbindungen erzeugt zu werden. Die eine besteht in der Combination der wirksamen organischen Stoffe des Magensaftes mit der metallischen Base und ist in Wasser unlöslich. Die zweite dagegen wird durch die Vereinigung eines Theiles der organischen Stoffe mit der Säure des Metallsalzes gebildet, ist in Wasser löslich und kann auf diese Art selbst noch die Auflösungskraft der von ihrem Niederschlage abfiltrirten Verdauungsflüssigkeit möglich machen. Einzelne organische Verbindungen dürften ein ähnliches Verhalten bedingen. Galläpfeltinctur, Galläpfelinfusum oder Tanninsäure erzeugen in der Verdauungsflüssigkeit ein Präcipitat und machen sie momentan untauglich. Wäscht man aber den Niederschlag mit verdünnterem oder stärkerem Alkohol aus und rührt ihn mit schwach angesäuertem Wasser an, so tritt die Verdauungskraft wiederum hervor (Pappenheim). Man sieht hieraus, daß die Metallsalze und die genannten organischen Stoffe keine absolute, sondern nur relative Hindernisse der Digestionswirkungen bilden.

231 Das Verhalten der Galle zur Verdauungsflüssigkeit erinnert in vielen Beziehungen an das der Alkalien. Ein Zusatz von Galle zu der schwach angesäuerten Mischung neutralisirt die Säure und hemmt so die Auflösung, welche nach einem neuen Zusatz von Galle wieder auftritt. Nach großen Gallequantitäten scheint sie gänzlich zu schwinden. Von den einzelnen Gallenstoffen bedingen Oelsäure, Gallenzucker und krystallisirtes Gallenfett keine schädliche Wirkung, während das Gallenharz allein eine solche zur Folge hat. Der Gallenblasenschleim verursacht, vielleicht wegen Beimischung von Gallenharz, eine Verzögerung des Effectes. Sehr wenig Gallenharz und viel Gallenzucker machen noch die Verdauung möglich. Bei umgekehrtem Verhältnisse beider Körper aber hört sie gänzlich auf. Andere Harze und organische Stoffe anderer Beschaffenheit, wie Guajac, Elemiharz, Myrrhe,

Sandarac, Asa fötida, Mastix, Galbanum, Olibanum, Gummi, Benzoë, Ingwer, Zimmet und Pfeffer verhalten sich indifferent (Pappenheim).

Die eigenthümlichen Kräfte der organischen Substanzen der Verdauungsflüssigkeit ließen vermuthen, daß in dieser ein eigener organischer Stoff, ein Verdauungsprincip, welches die geschilderten Wirkungen bedingt, enthalten sei. Bis jetzt ist es jedoch nicht gelungen, eine solche Materie chemisch rein darzustellen, so daß das Urtheil über deren Existenz sowohl, als über viele Eigenschaften derselben suspendirt bleiben muß. Nur auf folgendem Wege vermochte man eine Substanz, die schon in äußerst kleinen Mengen bedeutende Effecte von Auflösungskraft darbietet und die man daher als Verdauungsstoff oder Pepsin ansprach, herzustellen. Man digerirt bei 30° — 35° C. die Magenschleimhaut z. B. des Schweines mit destillirtem Wasser mehrere Stunden lang, gießt diese Auszugsflüssigkeit ab, wiederholt die Digestion mit kälterem Wasser und setzt selbst die Operation so lange, bis der erste Fäulnißgeruch eintritt, fort. Die so durch Filtration erhaltene neutrale Verdauungsflüssigkeit wird durch essigsaueres Bleioxyd niedergeschlagen. Das auf dem Filtrum gesammelte Präcipitat wird dann vollkommen ausgesüßt und in destillirtem Wasser möglichst stark mechanisch vertheilt. Nun leitet man durch die Flüssigkeit einen Strom von Schwefelwasserstoffgas und sondert durch Filtration das niedergeschlagene Schwefelblei ab. Das farblose Filtrat, welches dann natürlich wegen der frei gewordenen Säure sauer reagirt, wird bei 35° C. zur Syrupsconsistenz eingedickt und alsdann mit absolutem Alkohol behandelt. Es schlägt sich hierbei eine weiße flockige organische Substanz, die bei dem Austrocknen gelb und gummiähnlich wird und nicht auffallend hygroskopisch ist, nieder. Von ihr braucht nur $\frac{1}{60000}$ mikrolytisch angesäuertem Wasser beigemischt zu sein, damit Eiweißwürfel binnen 6 bis 8 Stunden aufgelöst werden (Wasmann).

Ihre wässerige Solution oder die Verdauungsflüssigkeit selbst unterlagen, um die Reactionen des Pepsin zu bestimmen, verschiedenartigen Prüfungen. Hierbei ist natürlich von physiologischem Standpunkte die Fortdauer oder die Vernichtung der Verdauungskraft von besonderem Interesse. Das Pepsin bildet einen Stoff, welcher nur bei einem gewissen in Wasser löslichen Zustande verdaut, durch einen stärkeren Coagulations- oder Consolidationsgrad aber diese Eigenschaft verliert. Es ist nicht flüchtig, verliert aber in Wasser aufgelöst seine Digestionswirkung durch vollständiges Kochen gänzlich und bei 75° — 90° C. zu einem großen Theile. Eingetrocknet widersteht es der Einwirkung der höheren Wärme leichter. Es ist in Alkohol und Aether unlöslich, kann aber im trockenen Rückstande ohne Schaden mit Alkohol behandelt werden. Ist es in Wasser aufgelöst, so wird es mit den durch den Alkohol fällbaren Substanzen zum Theil oder gänzlich niedergerissen. Es erzeugt in seiner wässerigen Auflösung durch Mineralsäuren mikrolytische Präcipitate und ist wiederum mikrolytisch löslich, ohne hierbei seine Verdauungskraft einzubüßen, während diese durch makrolytische Einwirkungen von Säuren verloren geht. Kaustische Alkalien heben die Wirkung des Pepsin nur bei einer bedeutenden Menge derselben auf. Mit vielen Metallsalzen bildet es basisch unlösliche Verbindungen mit der metallischen Base und saure lösliche Combinationen mit der Säure, an welche die Metallbasis früher gebunden war. Die letztere behält unter der Voraussetzung, daß sie nicht zu sauer war, ihre Digestionskraft bei. Aus der basischen Verbindung kann der Pepsin durch Ausscheidung der Metallgrundlage wieder erhalten werden. Etwas ähnliches scheint mit den Pracipitaten, welche Galläpfeltinctur, Galläpfelaufguß oder Tanninsäure bewirken, der Fall zu sein (Wasmann).

Der Umstand, daß das Pepsin durch das Kochen untauglich, daß es durch viele Metallsalze und durch andere Reagentien, welche das flüssige Eiweiß niedergeschlagen, gefällt wird, führten mich dazu, dasselbe als einen eiweißartigen Körper anzusehen und anzunehmen, daß es nur im flüssigen, nicht aber im coagulirten Zustande Verdauungskräfte besitze. Daß es nicht flüssiges Eiweiß selbst sei, lehrte der einfache Gegenversuch, daß eine mikrolytisch angesäuerte Lösung des flüssigen Eiweißes gar keine Verdauungskraft besitzt. Die wesentlichen Reactionen der frischen Verdauungsflüssigkeit stimmen auch mit der des flüssigen Eiweißes überein. Jedoch entstehen auch hier nicht unbedeutende Ausnahmen. Quecksilberchlorid z. B., welches für flüssiges Eiweiß so sehr empfindlich ist, trübt nur die Verdauungsflüssigkeit. Auch salpetersaures Quecksilberoxydul, ein so sensibles Reagens für flüssiges Eiweiß, scheint schwächer zu wirken. Diese frühere Parallele des Pepsin mit dem flüssigen Eiweiße regte zu einer ausführlichen Reactionsprüfung der wässerigen Solu

tion des flüssigen Hühnereiweißes und der unveränderten oder der mehr oder minder gereinigten Verdauungsflüssigkeit an. Es ergab sich hierbei, daß Kieselfluorwasserstoffsäure, kaustisches Ammoniak, phosphorsaures Natron und Eisenkaliumcyanür beide Flüssigkeiten nicht niederschlagen, daß sie aber beide durch Platinchlorid und Zinnchlorür, weniger durch Chlorcalcium, Chlorbaryum und Quecksilberchlorid gefällt werden. Sehr ähnlich zeigten sich noch die Präcipitate, welche durch Chlor, Jodtinctur, Jodkalium, Eisenchlorid, Alkohol und Tanninsäure entstanden. In der Verdauungsflüssigkeit dagegen erzeugte kohlensaures Kali einen starken, in der Eiweißlösung dagegen einen mäßigen Niederschlag. Aehnliche untergeordnete, vielleicht von dem in dem Eiweiße enthaltenen freien Alkali herrührende Differenzen traten bei den Einwirkungen der Phosphorsäure, der Essigsäure, des kaustischen Kalkes, des Baryts, der Bleisalze und des Eisenkaliumcyanid auf (Pappenheim). Nachdem die oben angeführte Methode der Darstellung des Pepsin gegeben worden war, zeigte sich noch eine neue Differenz. Fällt man nämlich die Auflösung des Pepsin durch eine sehr geringe Menge von Säure und löst das Präcipitat wiederum mikrolytisch auf, so wird das so erhaltene Fluidum durch Eisenkaliumcyanür nicht niedergeschlagen, während in einer gleich behandelten mikrolytisch sauren Solution des flüssigen Eiweißes ein Präcipitat entsteht (Wasmann). Verdauungsflüssigkeit aus dem vorher getrockneten Magen des Menschen zuerst durch Salzsäure mikrolytisch gefällt giebt nach mikrolytischer Lösung des Niederschlages mit Eisenkaliumcyanür nach 24 Stunden ein verhältnißmäßig reichliches blaues Pracipitat. Das darüber stehende Fluidum erscheint klar, aber grünblau gefärbt.

Bei diesem Dunkel, welches noch die Eigenschaften des Pepsin und selbst dessen Existenz als eigenthümlicher organischer Stoff umhüllt, darf uns die Verschiedenheit der Ansichten über diese Substanz nicht befremden. Während sie einerseits für eine Mischung mehrerer organischer Körper gehalten wurde (Berzelius), vermuthete man anderseits in ihr einen eigenthümlichen Extractivstoff, der in Verbindung mit Salivin oder einer ähnlichen Materie, mit freier Milchsäure und Ammoniaksalz (Chlorammonium) die Verdauungskraft bedingt (Hünefeld). Endlich erblickte man auch in ihm weniger eine eigenthümliche als eine in Umsetzung begriffene Substanz, welche auf die bald zu erwähnende Weise andere Körper zu ähnlichen Metamorphosen anregt (J. Liebig).

232 Es entsteht nun zunächst die Frage, ob nur die organischen Verbindungen des Magensaftes oder ob auch noch andere Theile die Eigenschaft besitzen, mit mikrolytischen Säuremengen und Wasser ähnlich wie die schwach angesäuerte Verdauungsflüssigkeit zu wirken. Bei der Lösung dieses Problems muß man natürlich einerseits die leichtere Coagulation des Käsestoffes und anderseits die begünstigte Solution der geronnenen Proteinkörper in Betracht ziehen. Was die Gerinnung der Milch betrifft, so unterliegt es keinem Zweifel, daß sich in dieser Beziehung auch andere Häute ähnlich wie die Magenschleimhaut verhalten können. Ein Theil Labmagen eines Wiederkäuers bringt 1800 Theile Milch zum Gerinnen und verliert dabei nur 6 % (Berzelius). Verdauungsflüssigkeit mit 0,002 Grm. festen Rückstandes coagulirt auf der Stelle 1000 Grm. erwärmter Milch. Beträgt das feste Residuum weniger, so tritt der Absatz erst nach einer halben Stunde vollständig ein. Das Epithelium der Magenschleimhaut des Kalbes mit dem anhängenden Bindgewebe, das letztere allein, das vom Magen getrennte Bauchfell, das die Harnblase umkleidende Peritonäum machten warme Milch gleich schnell gerinnen. Die Schleimhaut der Harnblase dagegen blieb in dieser Hinsicht unwirksam. Der zweite Magen eines andern Kalbes brachte die Milch eben so schnell als der vierte zur Gerinnung. Durch den Zwölffingerdarm, den Blinddarm und den Mastdarm, so wie durch die die genannten Theile überziehenden Parthieen des Bauchfelles und das Netz erfolgte sie etwas langsamer, jedoch auf

eine eben so vollständige Weise. Milch mit einer Falte des frischen vierten Magens eines alten Ochsen warm gestellt, gerann in einer Stunde, während sich unter gleichen Verhältnissen bei Anwesenheit von Portionen der Speiseröhre, eines der drei ersten Magen, des Dünndarmes, des Dickdarmes oder des Bauchfelles, welches den Magen überzieht, die Coagulation erst nach 8 Stunden einstellte (E. Mitscherlich)[1]).

Die Fähigkeit, geronnene Proteinkörper mit Hülfe mikrolytischer Säuremengen aufzulösen, scheint auch einigen anderen organischen Theilen hin und wieder, jedoch nicht immer auf constante Weise zuzukommen. Die Schleimhäute des Dünndarmes, des Blinddarmes hatten in mehrfachen Versuchen solche Wirkungen. Die der Harnblase wurde bald geeignet (Eberle), bald wirkungslos gefunden (Schwann). Auch die Luftröhre zeigte hin und wieder auflösende Kräfte. Dasselbe war bei einer Geschwulst des Magens, die mit der Schleimhaut desselben in keinem Zusammenhange stand, der Fall (Pappenheim). Hieraus folgt dann, daß entweder der Magenverdauungsstoff oder des Pepsin allgemeiner verbreitet ist oder — was wahrscheinlicher sein dürfte — daß auch andere organische Verbindungen einen Zustand, welcher ihnen die Wirkungsart des Pepsin ertheilt, darbieten oder in einen solchen versetzt werden können. 232

Die Effecte des Pepsin beruhen nicht sowohl auf den Erfolgen einer chemischen Wahlverwandtschaft, als auf einer sogenannten Contactwirkung. Wir haben so gesehen, daß 1000 Grm. erwärmter Milch durch 0,002 Grm., also $\frac{1}{500000}$ trockenen Rückstandes der Schleimhaut des vierten Magens des Kalbes zur Coagulation gebracht zu werden vermag. Sind größere Portionen Magenschleimhaut hinzugefügt werden, so könnte es scheinen, als werde die Gerinnung nicht auf dem Wege des Contactes bewerkstelligt, sondern vielmehr dadurch hervorgerufen, daß sich durch die Einwirkung der thierischen Haut der Milchzucker in Milchsäure umsetzt (Pelouze u. Frémy) und diese dann das Casein im coagulirten Zustande niederschlägt. Allein gegen eine solche Ansicht sprechen directe Gegenversuche. Löst man so viel Milchzucker, als in der Milch enthalten ist, in Wasser auf und versetzt dieses mit einer bestimmten Menge des Wasserauszuges des Magens des Kalbes, so bildet sich in derselben Zeit, in welcher die gleiche Art von Verdauungsflüssigkeit viel Milch zum Gerinnen bringt, so wenig Milchsäure, daß die wässerige Lösung des Milchzuckers nicht einmal das Lakmuspapier zu röthen im Stande ist (E. Mitscherlich). Es folgt also hieraus, daß das Pepsin oder andere ihm ähnlich wirkende organische Stoffe schon direct die Gerinnung anregen und befördern müssen. Bedenken wir ferner, daß $\frac{1}{60000}$ Pepsin noch geeignet ist, die Auflösung der geronnenen Proteinkörper durch mikrolytische Säuremengen in der Digestionswärme (oder bei kaltblütigen Thieren selbst im Kalten) zu beschleunigen, so werden wir auch hier auf eine Contactwirkung schließen müssen. Allein selbst bei dieser, welche nur die Anwesen- 233

[1]) E. Mitscherlich Bericht über die zur Bekanntmachung geeigneten Verhandlungen der K. Preufs. Akademie der Wissenschaften. Berlin. 1842. 8. S. 47.

heit von Minimis des einwirkenden Stoffes fordert, scheinen doch auch die Mengen desselben durch das zu dem Effecte nöthige Quantum von Kraftaufwand nicht einflußlos zu bleiben. Wie die Gerinnung des Käsestoffes durch Säuren leichter und schneller zu Stande kommt, als die Auflösung der coagulirten Proteinkörper durch diese erfolgt, so bedarf es auch zu der Erzeugung der ersteren Wirkungsweise nur $1/_{500000}$ festen Rückstandes des Labmagens, während zu der des letzteren schon $1/_{60000}$ Pepsin und sogar $1/_{500}$ trockenen Rückstandes der frischen Magenschleimhaut nothwendig wird. Auch hier fordert also die stärkere Einwirkung relativ stärkere Quanta des Contactstoffes.

Die verschiedenen Theorien, welche über die Contactwirkungen überhaupt aufgestellt worden sind, haben natürlicher Weise auch eine Differenz der Ansichten über die Natur der Wirkungsweise des Pepsin bedingt. Legt man den Contacterscheinungen eine eigenthümliche, von der gewöhnlichen chemischen Wahlanziehung verschiedene Thätigkeit, eine sogenannte katalytische Kraft zum Grunde (Berzelius), so muß auch diese bei den künstlichen wie den natürlichen Magenverdauungsphänomenen in Wirksamkeit treten. Sieht man dagegen in der Contactmaterie einen in Bewegung oder Umsetzung begriffenen Körper, welcher die Nachbartheile der Flüssigkeit, in welcher er sich befindet, zur Umsetzung anregt und diese dann natürlich wieder eben so auf ihre Nachbartheile und so fort wirken läßt, so muß man in dem Pepsin wie in anderen Contactmaterien keinen eigenthümlichen Stoff, sondern überhaupt eine in Metamorphose begriffene organische Substanz finden (J. Liebig) [1]. Diese Ansicht würde, wie es scheint, dadurch unterstützt werden, daß es bis jetzt noch nicht möglich geworden ist, das Pepsin und andere Contactmaterien, wie z. B. das Ferment, die Diastase rein darzustellen. Abgesehen nun von den hierher nicht gehörenden Einwendungen, welche sich nach den gegenwärtigen Kenntnissen sowohl gegen die Annahme einer katalytischen Kraft, als gegen die Umsetzungsvorstellung machen lassen, könnte man scheinbar von anatomisch physiologischer Seite die letztere Anschauungsweise aus folgender Ursache auf den ersten Blick bekräftigt finden. Das Mikroskop lehrt uns, daß der Magensaft keine chemisch reine Lösung ist, sondern daß innerhalb seiner gleichartigen mehr oder minder flüssigen Grundmasse Körnchen, Zellenkerne und selbst Zellengebilde existiren. Es ist wahrscheinlich, daß hier, wie bei anderen Absonderungsproducten, Umsetzungen Statt finden. Dadurch aber könnten die organischen Stoffe des Magensaftes die Natur eines Contactkörpers erhalten. Allein dann ließe sich auch erwarten, daß andere Secrete und vorzüglich andere Schleimarten auf constante Weise die Wirkungen des Pepsin darböten. Als einzige Ausflucht bliebe nur, daß vielleicht die Ausscheidung freier Säure zugleich die genannte eigenthümliche Natur des Magensaftes zur Folge hat und daß daher auch andere Secrete, welche die gleiche Bedingung erfüllen, hin und wieder Verdauungskräfte erhalten.

234 Die Erfahrung, daß die Thätigkeit des Pepsin auf Contactwirkung beruht, führte unmittelbar darauf, ihre Erfolge mit einer anderen Reihe von Contacteffecten, nämlich mit der Gährung und der Fäulniß, zu vergleichen. Ohnedies fanden frühere Aerzte und Chemiker in den gesammten Veränderungen der Nahrungsmittel im Darmcanale nur solche Selbstzersetzungsprocesse. Sieht man jedoch von der bloßen Uebereinstimmung mit der Contactwirkung des Fermentes ab, so zeigen sich zwischen der künstlichen Verdauung und der Gährung eine Reihe der wesentlichsten Unterschiede. Alte Milch gerinnt, wenn ein Quantum Milchzucker in

---

[1] J. Liebig, die organische Chemie in ihrer Anwendung auf Physiologie u. Pathologie Braunschweig. 1842. 8. S. 11.

Milchsäure umgewandelt worden. Die Coagulation derselben nach einem Zusatze von Labmagen kann, wie wir gesehen haben, ehe noch eine das Lackmuspapier röthende Menge freier Milchsäure entstanden, eintreten. Zu allen Gährungs- und Fäulnißprocessen ist neben dem Wasser die Anwesenheit der atmosphärischen Luft nothwendig. Ein Theil ihres Sauerstoffes muß herbeigezogen worden, damit der Kohlenstoff der gährenden oder faulenden Substanz als Kohlensäure, der Wasserstoff derselben, sofern er nicht mit dem Stickstoff zu Ammoniak zusammentritt, als Wasser davon gehen kann. Entbindung von Kohlensäure und Absorption von Sauerstoff aus der umgebenden Atmosphäre sind nothwendige Folgen eines jeden Selbstzersetzungsprocesses der organischen Materie. Bei 30° R. absorbirte zwar das säuerliche Extract der Magenschleimhaut innerhalb 24 Stunden 0,10 atmosphärische Luft, während es, sobald es Eiweißstückchen auflöste, unter denselben Verhältnissen in einem Falle 0,23 und in einem zweiten 0,52 verschluckte. Allein, daß eine solche Luftabsorption keine wesentliche Bedingung der künstlichen Verdauungsthätigkeit sei, lehrte die Gegenerfahrung, daß diese auch bei Ausschluß der Atmosphäre eben so gut als bei freiem Zutritte derselben erfolgte (Joh. Müller und Schwann). Zugleich ergaben directe Beobachtungen, daß während der Auflösung der geronnenen Proteinkörper durch mikrolytisch angesauerte Verdauungsflüssigkeit weder eine Absorption von Sauerstoff, noch ein Freiwerden von Kohlensäure zum Vorschein kommt (Schwann). Durch die Entbindung von Kohlensäure verlieren ferner die gährenden oder faulenden Substanzen einen Theil ihres Kohlenstoffes. So weit die bisherigen Erfahrungen reichen, erfolgt dieses weder bei dem Eiweiße, noch bei dem Faserstoffe, welcher durch die künstliche Verdauungsflüssigkeit aufgelöst worden. Nur einzelne Eigenschaften und Reactionen ändern sich, wie es wenigstens auf den ersten Blick das Ansehen hat. Die geronnene Fibrine verliert die Möglichkeit von selbst, zu coaguliren; das Eiweiß seine Eigenschaft, bei dem Kochen zu gerinnen; der Leim die seinige, bei dem Erkalten zu erstarren (J. Vogel). Wir werden jedoch in der Folge sehen, daß diese Verhältnisse nur so lange, als die Verdauungsflüssigkeit sauer ist, eintreten, bei Alcalescenz derselben dagegen fehlen. Zu gleicher Zeit sollen sich die früher in Wasser und Alkohol löslichen Bestandtheile des Eiweißes bedeutend vermindern, und es sollen diejenigen Materien, welche vorher durch Neutralisation fällbar waren, jetzt in geringster Menge auftreten. Die Verdauungsflüssigkeit selbst, welche Eiweiß aufgelöst enthält, soll durch salpetersaures Quecksilberoxydul nicht mehr niedergeschlagen werden (Pappenheim).

In den meisten faulenden Flüssigkeiten bilden die in Zersetzung übergehenden organischen Substanzen, wenigstens sehr oft, festere Theile, welche der Flüssigkeit beigemischt sind. Daher kann man häufig durch Filtration die faulige Umsetzung verlangsamen. Die Verdauungsflüssigkeit verliert nie durch Filtration an Wirksamkeit. Einzelne Reagentien, wie Alkohol, Aether, können zwar beiderlei Processe beschränken oder aufheben; allein andere zeigen in dieser Hinsicht ein sehr verschiedenes Verhalten. Arsenigtsaures Kali z. B. hemmt die Fäulniß, während es die Thätigkeit der schwach

angesäuerten Verdauungsflüssigkeit nicht stört. Der bloße Auflösungsproceß der Proteinkörper kann daher als keine Gährungserscheinung angesehen werden.

235 Nichts destoweniger aber werden häufig, vorzüglich unter Anwesenheit stickstoffloser Substanzen, Fermentationsprocesse im Magen eingeleitet. Der Zucker z. B. kann hierbei sehr leicht in Essigsäure umgesetzt werden. Bereiten wir uns eine künstliche Verdauungsflüssigkeit, welche aus mikrolytisch salzsaurem Wasser und Stücken getrockneter Magenschleimhaut des Menschen besteht, digeriren das Ganze 24 Stunden lang in mäßiger Wärme, filtriren dasselbe und versetzen das klare weingelbe Filtrat, welches unangenehm sauer wie Erbrochenes riecht, mit gepulvertem Rohrzucker, so erhält die Flüssigkeit binnen kurzer Zeit eine Beimischung eines süßlichen Geruches. Sie bleibt aber selbst nach der vollständigen Auflösung des Zuckers noch vollkommen klar. Hat sie jedoch nur 3 bis 4 Stunden in einer Digestionswärme von ungefähr 40° R. gestanden, so riecht sie auf das deutlichste wie Essig, welchem etwas Zucker beigemischt und der dann erwärmt worden ist. Da wir sie gleichzeitig getrübt finden, so läßt sich vielleicht hieraus entnehmen, daß der Zucker vor seinem Uebergange in Essigsäure in Alkohol verwandelt werde und daß dieser das in der Verdauungsflüssigkeit aufgelöste Eiweiß und andere durch ihn fällbare Stoffe niederschlage. Auf eine so deutliche Art aber auch dieser Versuch beweist, daß der Zucker unter Einwirkung der angesäuerten Verdauungsflüssigkeit und der Atmosphäre in Essigsäure übergehen könne, so wenig folgt hieraus, daß immer diejenigen Stoffe der Art, welche wir verzehren, diese Umsetzung erleiden. Denn 1) können sie bei ihrer leichten Löslichkeit in Wasser in viel kürzerer Zeit, als zu jener Metamorphose nöthig ist, in das Blut übergehen. 2) Gehört zu jener Umwandlung in Essigsäure atmosphärische Luft, welche nicht immer in hinreichender Menge im Magen vorhanden zu sein vermag, und 3) kann auch der Zucker, dessen Formel $C_{12} H_{20} O_{10}$ ist, leicht in 2 At. Milchsäure = 2 ($C_6 H_{10} O_5$) übergeführt werden.

236 Nach neueren Erfahrungen (von Lehmann)[1]) bildet sich oft aus stickstofflosen Pflanzensubstanzen, wie Zucker, Stärke u. dgl., nicht aber aus Gummi, das Product der schleimigen Gährung, nämlich Milchsäure, sobald neben dem Wasser Proteinkörper und Fett vorhanden sind, das Ganze einer Wärme von 35°—40° R. ausgesetzt bleibt und die Atmosphäre in keinem so bedeutenden Maaße einwirkt, daß Essiggährung eintreten könnte. Proteinkörper allein haben diese Wirkung nicht. Die Coexistenz des Fettes bildet eine wesentliche Bedingung. Milchzucker und Krümelzucker werden hierbei am schnellsten, minder rasch der Rohrzucker und am langsamsten das Stärkemehl in Milchsäure übergeführt. Diese Thatsache muß natürlich auch auf den Chymus ihre Anwendung finden. Im Magen wird, sofern die Bedingungen hierzu gegeben sind, wenigstens

---

[1]) F. Simon Beiträge zur physiologischen Chemie und Mikroskopie in ihrer Anwendung auf die practische Medicin. Berlin. Bd I. 1843. 8. S. 74—76.

ein Theil des Amylon in lösliche Stärke oder in Milchsäure verwandelt werden. Da jedoch die bloße angesäuerte Verdauungsflüssigkeit die Stärkemehlkörner der Kartoffeln, z. B. bei künstlichen Versuchen, unberührt läßt, und da unter den natürlichen Verhältnissen immer eine bedeutendere Menge derselben in die dünnen Gedärme übergeht, so folgt hieraus von selbst, daß die Auflösung des Amylon im Magen nur von äußeren mehr zufälligen Combinationen abhängen, daß sie fast constant unvollständig erscheinen und späterhin erst in den ferneren Theilen des Nahrungscanales vollendet werden wird. Zu gleicher Zeit erklären uns schon diese Erfahrungen, weshalb wir alle Mehlspeisen instinctmäßig mit Butter, Fett oder Oel versetzen.

Haben wir uns nun aber durch die mit der künstlichen Verdauungs- 237
flüssigkeit anzustellenden Versuche orientirt, so können wir jetzt mit mehr Nutzen die verschiedenen Auflösungsveränderungen, welche die gebräuchlicheren Nahrungsmittel im Magen erleiden, betrachten. Zunächst dient uns hierzu wiederum jener (von Beaumont) [1]) untersuchte Fall von Magenfistelbildung des Menschen, weil hier gleichzeitig auch Erfahrungen über den künstlich isolirten Magensaft desselben Individuums angestellt worden sind. Nur fehlen häufig bei diesen Mittheilungen die Angaben, wie sich die Mengen der einzelnen genossenen Nahrungssubstanzen zu der Capacität des Magens verhielten, und es geht so ein wesentliches, die Zeitdauer ihrer Auflösung betreffendes Moment verloren. Eben so dürfen wir nicht vergessen, daß es sich hier nur um die Verhältnisse eines einzelnen sonst gesunden Mannes handelt.

In allen Fällen erfolgte bei diesen Beobachtungen die Chymification 238
in den in Gläsern versuchten Magensaftmischungen später als in dem lebenden Magen. Ohne Zweifel hatten die Verschiedenheiten der Temperatur und wahrscheinlich noch manche andere Verhältnisse einen nicht genau bestimmbaren Antheil an diesen Unterschieden. Allein in mancher Beziehung hingen sie auch von der Differenz der Nahrungsmittel selbst ab. Um zuvörderst über die einzelnen hierher gehörenden Speisen eine klarere Uebersicht zu gewinnen, wurde (nach den Angaben von Beaumont) die folgende Tabelle entworfen. Die erste Rubrik enthält die Zeit, während welcher die einzelnen Nahrungsmittel in dem Magen des Menschen aufgelöst wurden, die zweite dagegen den Exponenten der bedeutenderen Zeitgröße, welche zur Solution der Nahrungsmittel durch den frischen Magensaft außerhalb des Magens nöthig war. Die einzelnen Nahrungsmittel sind nach der wachsenden Größe des letzteren Exponenten angeordnet.

---

[1]) W. Beaumont Experiments and Observations on the gastric juice and the physiology of digestion. Boston. 1833. 8. Ins Deutsche übersetzt von B. Luden. Leipzig. 1834. 8. Vgl. auch J. Helm zwei Krankengeschichten. Wien. 1803. 8.

Nahrungsmittel.	Zeit der Verdauung im Magen.		Exponent der Vergrößerung der Zeitdauer bei der Verdauung außerhalb des Magens.
	Stunden.	Minuten.	
Gekochter gesalzener Lachs	4	—	1,10
Frisches Waizenbrot	3	30	1,29
Frisch gesalzenes Schweinefleisch gekocht	4	30	1,44
Gekochtes zahmes Geflügel	4	—	1,62
Gesottener Tapioka	2	—	1,66
Gekochter Sago	1	45	1,86
Gekochte Gallerte	2	30	1,90
Gekochte gelbe Rüben	3	15	1,92
Gekochtes Rückenmark	2	40	2,03
Alter Käse	3	30	2,07
Gekochte Milch	2	—	2,12
Rohe Eier	2	—	2,13
Weich gesottene Eier	3	—	2,17
Gebratenes Rindfleisch	4	—	2,25
Geschmortes Hammelfleisch	3	—	2,25
Hart gesottene Eier	3	30	2,29
Gekochte Sehnen	5	30	2,32
Gekochte Lachsforelle	1	30	2,33
Gekochte Knorpel	4	15	2,35
Eier- und Milchpudding	2	45	2,36
Ochsentalg	5	30	2,37
Frische Milch	2	15	2,38
Gedämpfte Austern	3	30	2,40
Gekochte Kartoffeln	3	30	2,43
Trockener gesottener Stockfisch . . .	2	—	2,50
Zuckerbrot	2	30	2,50
Gekochtes Gehirn	1	45	2,57
Rohe Austern	2	55	2,57
Frisches geröstetes mageres Ochsenfleisch	3	—	2,58
Gesottenes Ochsenfleisch mit Salz .	3	36	2,64
Geschlagene Eier	1	30	2,66
Gekochter Pastinak	2	30	2,70
Beefsteak	3	—	2,75
Gebratene Ochsenleber	2	—	3,25
Hammeltalg	4	30	3,33
Gebratenes Herz	4	—	3,33
Roher gesalzener Schinken	3	—	3,72
Weiche saure Aepfel	2	—	4,25
Gekochter Kohl	4	30	4,44
Weiche süße Aepfel	1	30	4,50
Roher Kohl	2	30	5,00
Mit Essig angemachter Kohl . . .	2	—	5,12
Rohe harte saure Aepfel	2	50	6,35

Natürlicher Weise geben alle diese an 43 Nahrungssubstanzen gemachten Bestimmungen nur ungefähre Werthe und eignen sich zu bloß bedingten Schlüssen. Auch dürfen wir bei den letzteren nicht aus den Augen lassen, daß vielleicht die künstliche Auflösung in verschiedenem Grade erfolgte und daß mannigfaltige äußere Einflüsse auf differente Weise begünstigend oder hemmend einwirkten. Halten wir uns nur an die angegebenen Data, so können wir aus ihnen folgende Sätze entnehmen. 1) Was zuvörderst die größere Langsamkeit, mit welcher die Nahrungsmittel außerhalb des Magens aufgelöst wurden, betrifft, so traten offenbar mehrere Umstände zur Erzeugung dieses Resultates zusammen. Einerseits wurde der Magensaft, wie er aus dem Magen erhalten worden, ohne künstliche Ansäuerung gebraucht. Dieses läßt wenigstens die Möglichkeit offen, daß durch einzelne Nahrungsmittel die vorhandene freie Säurenmenge früher erschöpft worden und daß später eine mehr mechanische Vertheilung der übrigen Speisesubstanzen eintrat. Die letztere erfolgte langsamer und es dehnte sich so die Zeit der Vollständigkeit der künstlichen Einwirkung länger aus. Anderseits fehlt hier, wie bei allen künstlichen Verdauungsversuchen ein wesentliches Moment, welches die Magenverdauung mehr oder minder vollständig liefert. Jeder Körper löst sich, wenn er mechanisch verkleinert ist, und vorzüglich wenn er durch Reiben, Umrühren u. dgl. mit dem Solutionsfluidum in vollständigere wechselnde Berührung gebracht wird, leichter und schneller auf. In dem Magen werden diese Desiderate durch die Bewegungen des Organes mehr oder minder erfüllt; in der ruhig stehenden Verdauungsflüssigkeit dagegen nicht. Eben so wird im Magen das Flüssigere allmälig fortgeführt und für das Festere neuer Magensaft geliefert, so daß eine allmälige Erschöpfung, wie sie bei der Verdauungsflüssigkeit Statt finden kann, in höherem Maaße verhütet ist. 2) Nach der oben angeführten Tabelle können die Exponenten der Verlangsamung der Zeit der künstlichen Auflösung zwischen 1,10 und 6,35 schwanken, d. h. manche Stoffe lösen sich in Proportion zu ihrer natürlichen Solution im Magen auf künstlichem Wege 5 bis 6 Mal langsamer als andere auf. 3) Nach jenen Erfahrungen (von Beaumont) würden auch Substanzen, wie Brot, Sago, Kartoffeln, Pastinak, Kohl und Aepfel, welche der künstlichen Verdauungsflüssigkeit, sie sei angesäuert oder nicht, widerstehen, in dem Magensafte des lebenden Menschen selbst außerhalb des Magens löslich sein. Dieses Resultat läßt jedoch noch manchem Zweifel Raum, da bei der normalen Verdauung viele Producte der Art im Chymus nur mehr oder minder vertheilt werden und noch ungelöst in die dünnen Gedärme gelangen. Es frägt sich daher, ob nicht jene Auflösung eine bloße feine mechanische Zertheilung war, und ob nicht diese nur durch einen theilweisen Umsatz der Stärke und der Cellulosa in Milchsäure begünstigt wurde. Dann würden die Verhältnisse eher in Einklang gebracht werden können. 4) Die Größe des Exponenten der vermehrten Zeitdauer der künstlichen Solution steht weder mit der Zeitgröße, welche die Speisen zu ihrer natürlichen Auflösung im Magen bedürfen, noch mit der physikalischen und chemischen Beschaffenheit der Nahrungsmittel in einem bestimmten nachweisbaren Verhält- 239

nisse. Weitere Schlüsse würden nur dann zu machen sein, wenn die oben erwähnten Exponentenzahlen eine größere Garantie, als ihnen wahrhaft zukommt, darböten.

240 Es ergiebt sich von selbst, daß, unter sonst gleichen Verhältnissen, die Größe der Zeitdauer, welche zur Auflösung der Speisen im Magen nothwendig ist, bestimmte Proportionszahlen für die größere oder geringere Verdaulichkeit derselben abgeben muß. Diese so durch Experiment und Berechnung gefundenen Werthe müßten dann mit demjenigen, was die Chemie und die über die künstliche Verdauung angestellten Beobachtungen lehren, stimmen. Für manche Nahrungsmittel ist eine solche Uebereinstimmung allerdings nachweisbar; für andere dagegen nicht, sei es nun, weil uns noch mehrfache Grundverhältnisse unbekannt sind oder weil die Versuche (von Beaumont) nicht mit hinreichender Vorsicht und vollständiger Berücksichtigung vorgenommen und bei ihnen bisweilen Erweichung und mechanische Lösung mit chemischer Solution verwechselt worden. Bei dem Mangel anderweitiger Erfahrungen müssen wir uns daher zunächst an diese offenbar noch unvollständigen oder unvollkommen zu beurtheilenden Mittheilungen halten. Für die in der obigen Tabelle angeführten Nahrungsmittel haben wir in aufsteigender Reihenfolge der Zeitdauer der Umwandlung in Chymus folgende Anordnung: Gekochte Lachsforelle, geschlagene Eier und weiche süße Aepfel 1 Stunde 30 Minuten; gekochter Sago und gekochtes Gehirn 1 Stunde 45 Minuten; mit Essig angemachter Kohl, weichere saure Aepfel, gesottener Tapioka, gekochte Milch, rohe Eier, trockener gesottener Stockfisch und gebratene Ochsenleber 2 St.; frische Milch 2 St. 15 M.; gekochte Gallerte, Zuckerbrot, gekochter Pastinak und roher Kohl 2 St. 30 M.; gekochtes Rückenmark 2 St. 40 M.; Eier- und Milchpudding 2 St. 45 M.; rohe harte saure Aepfel 2 St. 50 M.; rohe Austern 2 St. 55 M.; roher gesalzener Schinken, Beefsteak, weich gesottene Eier, geschmortes Hammelfleisch und frisches geröstetes mageres Ochsenfleisch 3 St.; gekochte gelbe Rüben 3 St. 15 M.; frisches Waizenbrot, alter Käse, hart gesottene Eier, gedämpfte Austern und gekochte Kartoffeln 3 St. 30 M.; gesottenes Ochsenfleisch mit Salz 3 St. 36 M.; gekochter gesalzener Lachs, gekochtes zahmes Geflügel, gebratenes Rindfleisch und gebratenes Herz 4 St.; gekochter Knorpel 4 St. 15 M.; frisch gesalzenes und gekochtes Schweinefleisch, Hammeltalg und gekochter Kohl 4 St. 30 M.; endlich gekochte Sehnen und Ochsentalg 5 St. 30 M.

Zuvörderst erhellt hieraus, daß bei einem kräftigen, mit einer Magenfistel versehenen Manne keines der erwähnten Nahrungsmittel weniger als 1½ und mehr als 5½ Stunden zu seiner Umwandlung im Speisebrei nöthig hatte. Das Maximum, z. B. gekochte Sehne, erfordert also, um im Magen verdaut zu werden, 3,6 Mal so viel Zeit als das Minimum, z. B. geschlagene Eier oder gekochte Lachsforelle. Nach den eben erwähnten Daten würden einzelne weder in reinem, noch in schwach angesauertem Wasser lösliche Pflanzenstoffe durch Magensaft angreifbar sein. Ja einzelne, wie weiche süße Aepfel, gekochter Sago, mit Essig angemachter Kohl, weiche saure Aepfel u. dgl. würden sogar verhältnißmaßig sehr rasch

in Chymus verwandelt werden. Hierbei kann unmöglich eine chemische Auflösung gemeint sein. Denn wir wissen anderseits, daß das Amylon, welches in dem Sago enthalten ist, wenigstens theilweise noch in die dünnen Gedärme gelangt, daß die Holzfaser, welche in dem Kohle und zum Theil den Aepfeln existirt, gar nicht oder höchstens vielleicht unvollständig angegriffen wird. Hier kann also nur feinere mechanische Vertheilung, nicht aber vollkommen chemische Auflösung gemeint sein. So dürfte sich auch dann eher erklären, weshalb mit Essig angemachter Kohl nur 2 Stunden, gekochter dagegen 4½ Stunden zu seiner Chymification erforderte. Eine ähnliche Beschränkung gilt wahrscheinlicher Weise für das Fett, welches bei großem Stearingehalte, wie z. B. als Hammel- oder Ochsentalg, viel Zeit nöthig hatte, während das flüssige Fett, wie es als Dotteröl in den frischen Eiern vorkommt, viel rascher frei hervortrat und dem Chymus beigemischt wurde.

Die schon früher erwähnten Gesetze, daß mit zunehmender Consoli- 241
dation der geronnenen Proteinkörper die Verdaulichkeit abnimmt, daß diese durch mäßiges Kochen der Speisen gefördert, durch längeres dagegen, durch Räuchern und Austrocknen vermindert und daß sie durch Zusätze von Essig, von Salzen, vorzüglich Kochsalz, begünstigt wird, finden auch hier zum Theil ihre Bestätigung. Hieraus erhellt z. B., weshalb Rindfleisch, Schweinefleisch längere Zeit zu ihrer Chymification bedürfen als rohe oder gerührte Eier, aus welchem Grunde Sehnen und Knorpel schwerer verdaulich als Fleisch, gesottene Eier schwerer als geschlagene oder rohe erscheinen, weshalb ein Beefsteak vor dem gekochten Rindfleische den Vorzug hat, warum gekochtes Rindfleisch mit Salz rascher als gebratenes, mit Essig angemachter Kohl schneller als in Wasser gekochter digerirt wird u. dgl. mehr. Nichts desto weniger aber ergeben sich auch Ausnahmen, deren Ursachen wir nicht genau erörtern können und die entweder in Nebenmomenten oder in nicht bestimmbaren chemischen Verhältnissen der angewandten Nahrungsmittel ihren Grund haben. So können wir z. B. noch nicht angeben, weshalb gekochter gesalzener Lachs das Doppelte der Zeit, welche trockener gesottener Stockfisch, und das Dreifache von der, welche gekochte Lachsforelle in Anspruch nimmt, zu seiner Verdauung erfordert. Wir wissen aus täglicher Erfahrung, daß gebratene Ochsenleber ein sehr schweres Essen ist, schnell sättigt und leicht Magendrücken veranlaßt. Nichts desto weniger soll ihre Verdauungszeit 2 St., die des gekochten Rindfleisches mit Salz 3 St. 36 M. betragen.

Eine andere Reihe von Versuchen (von Beaumont) führt zwar ebenfalls zu allgemeiner Bestätigung der oben angeführten Gesetze, läßt aber auf gleiche Art eine Zahl unerklärbarer Paradoxieen zurück. Unter der Voraussetzung mäßiger Bewegung erforderte die Digestion von gekochten Schweinsfüßen oder von gebratenem Ochsenmagen 1 St., die von geröstetem Hirschwildpret 1 St. 35 M., die von kalter Milch mit Brot oder von gekochtem trockenen Stockfisch 2 St., von gebratenem welschen Hahne oder von klein geschnittenem, mit Zwiebeln und Kartoffeln gebratenem Fleische 2 St. 30 M., von rohen Austern 2 St. 45 M., von rohen

Austern und Brot, von leichtgesottenen Eiern oder von Beefsteak 3 St., von gebratenem Rindfleische im Mittel 3 St. 5 M., von geröstetem Hammelfleisch 3 St. 15 M., von leicht gekochten Austern, harten Eiern, stark gesalzenen Bratwürsten oder gekochtem Rindfleische im Mittel 3 St. 30 M., von gekochtem Rindfleische mit viel Fett 3 St. 38 M., von gebratenem Hammelfleische im Mittel 3 St. 45 M., von geröstetem, in Schnitten vertheilten Schweinefleische 3 St. 50 M., von gekochten Hühnern oder gebratenem Kalbfleische 4 St., von Pöckelfleisch 4 St. 30 M. und von gekochtem frisch gesalzenem Schweinefleische im Mittel 4 St. 45 M. Eine fernere Versuchsreihe endlich ergab für gekochten Reis 1 Stunde, für Gerstensuppe oder gebratene Lachsforelle 1 St. 30 M., für gekochte Gerste 2 St., für gerösteten wilden Truthahn 2 St. 18 M. bis 2 St. 30 M., für gesottenen zahmen Truthahn 2 St. 25 M., für geröstete wilde Gans, Spanferkel, gehacktes gebratenes Fleisch mit Vegetabilien, gesottene Bohnen oder geröstete Kartoffeln 2 St. 30 M., für gebratenen Barsch, gesottene Bohnen oder Kuchen 3 St., für gebratene Butte, zerlassene Butter, Suppe von Hammelfleisch oder von Austern oder gekochte weiße Rüben 3 St. 30 M., für Butterbrot mit Kaffee, trockenes Brot mit zerdrückten Kartoffeln oder gekochtes türkisches Korn und Bohnen 3 St. 45 M., für Suppe von frischem sehnigen Rindfleisch, für trockenes Brot und Kaffee oder für gebratene zahme Ente 4 St., für Suppe von frischem Schweinefleisch und Vegetabilien 4 St. 15 M. und für gebratene wilde Ente 4 St. 30 M. Man sieht, daß sich auch aus diesen Thatsachen zum Theil ähnliche Bemerkungen und Schlüsse wie aus der ersten Tabelle ergeben, daß aber selbst hier manche räthselhafte Punkte auftreten. Es ist wegen Verschiedenheit der Consolidationszustände wohl einzusehen, weshalb das Fleisch jüngerer Thiere leichter als das älterer bewältigt wird. Die tägliche Erfahrung bestätigt es wenigstens, daß ein zu großer Zusatz von Fett zu den Speisen die Verdaulichkeit derselben eher erschwert als begünstigt. Der Magen wird in diesem Falle sehr leicht verdorben. Dagegen stimmt schon weniger, daß sich gebratene Fleischarten schneller als gekochte auflösen, und vollkommen unerklärlich bleibt es, weshalb verschiedene Suppen so bedeutende Digestionszeiträume in Anspruch nehmen sollten. Hier wie bei der Butter wurde wahrscheinlich nur nach dem äußeren Erscheinen der Oeltropfen ein Urtheil gefällt.

Bei der Wichtigkeit, welche die Differenz der Verdaulichkeit der Speisen für die Diätetik hat, müssen wir noch einige in dieser Beziehung vorliegende Facta nachträglich berühren. Dieses wird um so nothwendiger, wenn wir bedenken, daß, abgesehen von mehreren sogleich in die Augen fallenden Eigenthümlichkeiten, das diätetische Urtheil über die Digestionsfähigkeit einer Speise, welches Laien sowohl, als Aerzte zu fällen pflegen, in vieler Beziehung von subjectiven Momenten abhängt und daher die Bestimmtheit, welche die Wissenschaft mit Recht fordert, nicht gewährt. Die oben erwähnten Versuche (von Beaumont) wurden absichtlich vorangestellt, weil sie durch ihre Zeitdaten Zahlen liefern und diese unter der Voraussetzung, daß sie zuverlässig seien, hier, wie überall, die bestimmteste Auskunft gewähren. Jetzt müssen wir noch anhangsweise andere Erfahrungen, welche diesen Vortheil nicht darbieten, sich jedoch auch zur Belehrung eigenen, kurz erwähnen. Vor Allem gehören hierher die Beobachtungen von Gosse, welcher die Fähigkeit hatte, durch ein hörbares Lufteinschlucken seinen Magen stark aufzublähen und sich

dann willkürlich zu erbrechen. Der genannte Genfer Arzt benutzte nun diese Verhältnisse, um früher oder später nach dem Genusse bestimmter Speisen das Eingenommene herauszubrechen und so unmittelbar zu sehen, welche Nahrungsmittel leichter und welche schwerer in Chymus umgewandelt würden. Hierbei ergaben sich als leichtverdauliche Substanzen d. h. als solche, welche im Magen binnen 1 — 1½ Stunden in einen Brei verwandelt werden: Spinat, Selleri (mit Ausnahme der Strünke), Spargel, Hopfen, Berghopfenkeime, Artischoken, aus verschiedenen Obstsorten bereitetes Muß, Brei von Getreidekörnern, Roggen, Gerste, Mais, Reis, Erbsen, Bohnen, Kastanien, einen Tag altes Brot und alle Art von Gebäck, das keine Butter enthielt, Rüben, Kartoffeln, arabisches Gummi, Kalbfleisch, Huhn, junges Schöpsenfleisch, junges Flügelwerk, frisch gelegte und weich gesottene Eier, Kuhmilch und in Wasser gekochte, mit Salz und Petersilie versehene Barsche. Zu den minder verdaulichen Substanzen, d. h. zu denen, welche nach 1 — 1½ Stunden unvollständig chymificirt waren, gehörten die rohen Kräuter des Salates, der Huflattig, der Löwenzahn, die Brunnencresse, die Cichorie, der Weißkohl, der Mangold, die gekochten und die rohen Zwiebeln, Meerrettig, rothe und gelbe Rüben, das Fleisch von nicht saftigem Kernobste, neugebackenes Brot, frische und trockene Feigen, Pasteten, Schweinefleisch und alle daraus bereiteten Speisen, gekochtes Blut, hartgesottene Eier und Eierkuchen. Als Nahrungsmittel endlich, welche innerhalb der gewöhnlichen Zeit nicht verdaut wurden, zeigten sich Champignons, Morcheln, Trüffeln, Welsche Nüsse, Haselnüsse, Mandeln, Pinien, Pistacien, Rosinenkerne, Kerne von Birnen, von Aepfeln, von Pomeranzen, von Johannisbeeren, von Citronen, von Oliven, Cacaobohnen, ausgepreßte fette Oele von Nüssen, Mandeln, Haselnüssen und Oliven, trockene Rosinen, Kämme von noch grünen Weintrauben, die Hülsen der Erbsen, der Bohnen, der Linsen, des Roggens, der Gerste, die Schoten von Erbsen und Bohnen, die Haut der Kirschen, der Apricosen, der Pflaumen, der Pfirsichen, der Prunellen, die Schaale des Kernobstes, der Beeren, der Aepfel, der Birnen, der Johannisbeeren, der Stachelbeeren, der Pomeranzen, der Citronen, Orangeat, Citronat, die Samenbehälter der Birnen und der Aepfel, die Kerne der Pflaumen und der Kirschen, die sehnichten und häutigen Theile des Rindes, des Kalbes, des Schweines, des Geflügels, des Rochens, die Knochen, die fettigen und öligen Substanzen dieser Thiere und das Eiweiß von hart gekochten Eiern. Durch einen Zusatz von Oel oder Fett wurden auch in diesem Falle alle Nahrungsmittel schwerer verdaulich. Gebratener oder mit Oel, Wein oder weißer Brühe zubereiteter Barsch ging schwerer als in Wasser gesottener in Chymus über. Ein Zusatz von Sauerampfer zu dem Spinate verminderte die Verdaulichkeit des letzteren. Die Digestion der Breiarten von Aepfeln, Birnen, Pflaumen u. dgl. wurde durch einen Beisatz von Zucker und Zimmet begünstigt. Schwarzbrot verdaute sich schlechter als weißes, frisches schwerer als einen Tag altes, gesalzenes Gerstenbrot leichter als ungesalzenes, Buchweizenbrot schwieriger als Brot von reinerem Mehl. Die Brotrinde soll eben so verdaulich als das Weiche sein. Alle jüngeren Thiere wurden wiederum leichter als ältere chymificirt. Als Substanzen, welche die Digestion verzögern, fand Gosse viel lauwarmes Wasser, Säuren (offenbar in mehr als mikrolytischen Verhältnissen), Adstringentia wie China, alle fetten Speisen, Abkochung von Solanum dulcamara, mineralischen Kermes und Sublimat. Als Beförderungsmittel der Digestion ergaben sich Kochsalz. Pfeffer, Zimmet, Muskaten, Nelken, Senf, Meerrettig, Rettig, Kapern, Wein, geringe Menge Liqueurs, alter Käse, Zucker und verschiedene bittere Dinge [1]).

Bei genauerer Vergleichung zeigt sich bald, daß die meisten dieser Angaben theils mit den täglichen Erfahrungen, theils mit unseren gegenwärtigen chemischen Kenntnissen stimmen. In Betreff der vegetabilischen Producte erklärt sich die Unverdaulichkeit der Epidermis, der Fruchtbehälter, der Schaalen und Kerne dadurch, daß wir es hier mit zahlreichen verholzten Zellen, d. h. mit viel Holzfaser zu thun haben. Räthselhaft dagegen bleibt der verzögernde Einfluß des Sauerampfers bei dem Spinat, es sei denn, daß hierbei ein zu großes Quantum von Kleesäure in Betracht käme. Die Angabe, daß das Eiweiß der hartgekochten Eier unverdaulich sei, dürfte sich dahin modificiren, daß es sich schwieriger auflöst. Daß gebratene Fische schwerer als gekochte verdaut werden, stimmt

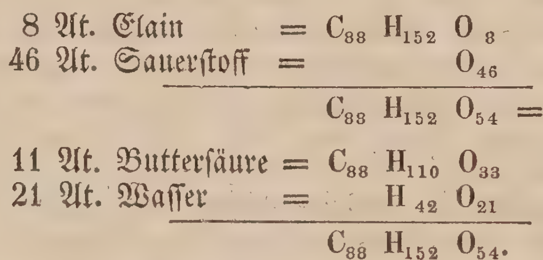
---

[1]) Sennebier und Gosse in Spallanzani Versuche über das Verdauungsgeschäfte des Menschen. Uebersetzt von Michaelis. Leipzig. 1785. 8. S. 401 fgg.

eher mit den alltäglichen Erfahrungen, als die oben angeführten Resultate von Beaumont, die vielleicht durch ein sehr intensives Kochen des Fisches in Wasser bedingt wurden. Es ist nämlich bekannt, daß die Köche, um gesottene Fische schmackhafter und leichter verdaulich zu machen, sich des Kunstgriffes bedienen, zu dem kochenden Wasser, in welchem der Fisch gesotten wird, von Zeit zu Zeit kaltes Wasser zuzugießen, um so den Fisch mürber d. h. die Gerinnung der Proteinkörper desselben unvollständiger zu machen.

Es läßt sich endlich von chemisch-physiologischer Seite erwarten, daß Alkalien und kohlensaure Salze, welche die freie Säure des Magensaftes neutralisiren, auch die Magenverdauung schwächen. Es soll daher oft in der That nach dem Gebrauche von kohlensauren Verbindungen des Natron, des Kalkes oder der Bittererde eine minder intensive Magendigestion wiederum auftreten. Jedoch scheint eine Compensation durch nachträglich abgesonderten Magensaft leicht möglich zu werden. Nahm ein gesunder Mann vor dem Essen 5 Gran alkalisches Salz, verzehrte dann Rindfleisch, Erbsen, Brot und Bier und brach das Genossene drei Stunden später in Folge einer eingenommenen Portion von Brechweinstein wieder heraus, so hatte das Erbrochene einen sauren Geschmack und röthete das Infusum der blauen Glockenblumen (Reuß).

Daß wir uns an vielem Fette so leicht den Magen verderben, ist vielleicht aus folgenden Verhältnissen erklärlich. Enthalten die Nahrungsmittel zu große Mengen von Stearin, so wird dieses, wie wir schon oben gesehen haben, schwerer bewältigt oder gar nicht verdaut. Der Widerstand erscheint erklärlicher, wenn wir erwägen, daß das feste Fett des Schweinespeckes bei + 38°, das Rindertalg bei + 37°, das Hammeltalg bei + 37° bis + 40° erstarrt und daß es daher bei der Temperatur im Magen geneigter ist, in seinem Zustande zu beharren, als diesen mit dem flüssigen Cohäsionsverhältnisse zu vertauschen. 100 Theile Schweineschmalz führen aber 38 Theile festen Fettes (Chevreul). Bei zu reichlichem Genusse von flüssigem Fett entstehen leicht Fettsäuren, welche die Verdauung stören. In dem hohen Norden, in welchem aus später anzuführenden Gründen eine besondere Vorliebe für fette Speisen eintritt, gehört Sodbrennen zu den häufigeren Leiden. Jener Umsatz des Fettes in Fettsäuren aber erfordert einen Zutritt von Sauerstoff. Wir haben z. B.



$$\begin{array}{lll} 8 \text{ At. Elain} & = & C_{88}\,H_{152}\,O_{8} \\ 46 \text{ At. Sauerstoff} & = & O_{46} \\ \hline & & C_{88}\,H_{152}\,O_{54} = \\ 11 \text{ At. Buttersäure} & = & C_{88}\,H_{110}\,O_{33} \\ 21 \text{ At. Wasser} & = & H_{42}\,O_{21} \\ \hline & & C_{88}\,H_{152}\,O_{54}. \end{array}$$

Die Absonderung eines zu sauren Magensaftes hindert nicht nur die Digestion, sondern kann auch durch die zu starke freie Säure, welche hier ebenfalls Salzsäure sein soll (Prout, Children), ätzend wirken. Ob sie durch ihre zu große Menge die Indigestion bedinge, oder ob auch eine Veränderung der organischen Stoffe des Magens die Ursache dieser Dyspepsie sei, muß noch durch genauere chemische Untersuchungen ermittelt werden. Skrophulöse Kinder, hysterische Frauen, Schwangere, hypochondrische Unterleibskranke, Menschen, welche eine zu üppige Diät führen und dabei zu viel sitzen, Personen mit organischen Leiden des Magens, der Leber, der Milz, Skorbutische, welche zu viel freie Säure im Magen, sei es idiopathisch oder in Folge des Genusses von Speisen, haben, greifen oft instinctmäßig zu den passenden Mitteln, um jene zu neutralisiren. Sie kratzen den Kalk von den Wänden, verzehren Kreide, Asche u. dgl., um den so verschluckten kohlensauren Kalk oder die kohlensauren Alkalien der ungebundenen Säure zur Disposition zu stellen. Zu gleichem Zwecke geben wir als Aerzte kohlensaure Magnesia, kohlensaure Alkalien, Krebssteine, gebrannte Muschelschaalen und ähnliche Dinge. Die entgegengesetzte abnorme Beschaffenheit des Magensaftes entsteht dadurch, daß derselbe keine saure, sondern eine neutrale oder gar eine alkalische Reaction darbietet. Man hat den letzteren Zustand mit dem Namen der alkalischen Indigestion bezeichnet (Thomson). Da das freie Alkali nie sehr bedeutend ist, so müssen dann alle geronnenen Proteinkörper ungelöst im Magen liegen bleiben und als sogenannte Cruditäten Beschwerden erregen. Unter welchen Verhältnissen von vorn herein ein alkalischer Magensaft abgesondert werde, wissen wir noch nicht.

Längere Anfüllung des Magens mit schwerverdaulichen Substanzen z. B. bei einem säugenden Kalbe mit Heu, bei einer Taube mit geronnenem Faserstoff soll den Succus gastricus zuerst neutral und später sogar alkalisch machen (Eberle).

Die ältere Annahme, daß bei zu starkem Ergusse von Galle ein Theil von dieser durch die Pförtneröffnung in den Magen zurücktreten und hier die Wirksamkeit des Magensaftes unmöglich machen könne, hat natürlich physiologisch Nichts gegen sich. Allein bewiesen ist sie jedenfalls auch noch nicht, und es ließe sich nach denen, welche eine Hypothese der Art bekämpfen, auch denken, daß das Pfortaderblut, wenn es seine Gallenstoffe in der Leber nicht absetzen kann, diese schon in dem Magen und dem Darme zum Theil durchschwitzen läßt. Vielleicht können beiderlei Verhältnisse in verschiedenen Fällen vorkommen, der letztere z. B. in Folge von Aerger, Schreck und Krampfzuständen, der erstere nach Hirnverletzungen, vorzüglich nach Affectionen des Balkens und der Nachbarschaft desselben, wo, wie Versuche an Kaninchen gelehrt haben, wahrscheinlich mehr Galle gebildet und ein Theil derselben im Magen angetroffen wird.

Noch dunkeler sind eine Reihe anderer sogenannter dyspeptischer Zustände, welche die Medicin mit dem allgemeinen Namen der Verschleimung des Magens zu bezeichnen pflegt und bei denen der Magensaft selbst noch sauer reagiren kann, ohne daß eine normale Verdauung erfolgt. Ob hier chemische Veränderungen des Pepsin oder der organischen Substanzen des Succus gastricus überhaupt existiren oder ob die Beimischung eines fremden organischen Stoffes das pathologische Verhältniß bestimmt, müssen künftige Analysen nachweisen. Der Nutzen, welchen Abführmittel in solchen Fällen zu gewähren pflegen, erlaubt in dieser Beziehung keine bestimmteren Schlüsse. Dagegen dürften vielleicht die guten Erfolge, welche der Salmiak und bisweilen die verdünnten Säuren und das Chlor gewähren, darauf hindeuten, daß hier nicht sowohl die organischen wirksamen Principe vernichtet, als die nothwendigen Unterstützungsmittel derselben mangelhaft sind.

In dem Magen ist fast immer eine größere oder geringere Menge 242 von Gas vorhanden. Mit dem verschluckten Speichel tritt, wie wir sahen, nicht selten etwas Atmosphäre in mechanisch gebundener Form hinab. Eben so enthalten die Speisen mehr oder minder Luft, welche häufig nach reichlichen Mahlzeiten und bei starker Füllung des Magens vermöge der Bewegungen des letzteren durch Aufstoßen zum Theil wiederum davongeht. Ob der Magen selbst im gesunden Zustande, wenn die Cardia offen ist, Luft ansauge, ist noch die Frage und eher zu bezweifeln als zu vermuthen. Eine andere Quelle der Gasbildung liegt in den Gährungsprocessen, welche hier Statt finden, und eine fernere wahrscheinlich in der absondernden Thätigkeit des Magens selbst. Bei krankhaften Zuständen wenigstens, welche wir mit dem Namen der Pneumatosis ventriculi bezeichnen, wird eine solche Menge Luft entbunden und durch anhaltendes Aufstoßen unter hörbaren, meist brummenden Tönen entleert, daß sich fast nur denken läßt, daß dieses Gas von dem Magen geliefert werde. Würde es in den Momenten der Ruhe von außen her durch die offene Cardia vermittelst eines uns unbekannten Processes eingesogen, so müßte in den heftigeren Fällen des Leidens eine schon von außen kenntliche Volumensveränderung des Magens eintreten. Dieses findet jedoch bei den ächten pathologischen Zuständen der Art nicht Statt.

Das Magengas des Menschen ist zwar schon mehrfach in älteren 243 Leichen, jedoch bis jetzt nur in einem Falle bei einem Hingerichteten unmittelbar nach dem Tode untersucht worden. Hier enthielten 100 Volumina 71,45 Vol. Stickstoff, 14,00 Vol. Kohlensäure, 11 Vol. Sauerstoff und 3,55 Vol. Wasserstoff (Magendie und Chevreul). Da bei diesem

Menschen ganz normale Verhältnisse Statt fanden, so ist nicht anzunehmen, daß eine solche Luftmischung von dem Magen selbst abgesondert worden. Gegen eine Hypothese der Art spricht auch die Zusammensetzung von jener, welche ziemlich deutlich auf eine Veränderung atmosphärischer Luft durch Gährungsprocesse hindeutet. Diese enthält nach den neuesten und genauesten Analysen (von Brunner, Dumas und Boussingault) 20,815 Volumenprocente Sauerstoff und 79,185 % Stickstoff. Die verschiedenartige Beimengung von Kohlensäure variirt nur zwischen 0,000315 und 0,000574 % (Th. de Saussure). Daß noch eine geringe Menge Wasserstoff der Atmosphäre zugemischt sei (Boussingault), ist wahrscheinlich noch sehr zweifelhaft. Allein jedenfalls bilden diese beiden Körper höchst unbedeutende und fast verschwindende Quantitäten. Vergleichen wir aber die Bestandtheile der Atmosphäre mit denen des oben erwähnten Magengases, so zeigt sich, daß dieses 7,735 % Stickstoff und 9,815 % Sauerstoff weniger und dafür 14 % Kohlensäure und 3,55 % Wasserstoff mehr als die uns umgebende Luft führte. Gerade die gleiche Veränderung der Atmosphäre erhalten wir, sobald organische Substanzen unter Wasser in heftiger Gährung begriffen sind. Der Kohlenstoff derselben geht auf Kosten des Sauerstoffes der Luft zum Theil in Kohlensäure über. Durch Zerlegung des Wassers entsteht ferner disponibler Sauerstoff, welcher ebenfalls zur Erzeugung des gleichen Productes verwendet wird. Der auf diese Art entbundene Wasserstoff braucht sich hierbei nicht immer mit dem Carbon der organischen Substanzen zu verbinden, sondern kann auch bei gewissen Modificationen solcher Umsetzungen frei austreten. Fand daher im Magen des Hingerichteten unter Wasser eine Gährung der Art in den genossenen Nahrungsmitteln Statt, so konnte keine andere Gasmischung als die gefundene hieraus resultiren. Da nur 9,815 Volumenprocente Sauerstoff fehlten, dafür aber 14 % Kohlensäure vorhanden waren, 1 Vol. Sauerstoff aber bei seiner Umbildung in Kohlensäure gerade 1 Vol. der letzteren giebt, so scheint hieraus zu folgen, daß 4,185 % Kohlensäure aus anderem Sauerstoff als aus dem der Atmosphäre, d. h. eben aus zersetztem Wasser erzeugt worden. Diese würde dann 8,370 % Wasserstoffgas entsprechen. Nun existirten aber nur 3,55 % des letzteren Körpers. Es mußten daher 4,820 % dieses Körpers entweder zu manchen nicht mehr gefundenen Verbindungen verwandt oder auf anderem Wege entfernt worden sein. Diese letztere Annahme erscheint bei der geringen Dichtigkeit des Hydrogens und bei der Leichtigkeit, mit welcher es sich aus diesem Grunde diffundirt, als die wahrscheinlichere, und es konnte dann selbst statt des davon gehenden Wasserstoffes Sauerstoff aus der Luft oder dem Blute eingetreten sein.

244 Einzelne Nahrungsmittel müssen ihrer Natur nach den Gasgehalt des Magens zu vermehren im Stande sein. Gährende oder zu solchen Zersetzungen geneigte Substanzen z. B. werden in dem ungefähr auf 37—38° C. erwärmten Magen einen sehr günstigen Mutterboden für ihre Umänderung finden. Wir sehen daher auch nach dem Genusse von angeschlagenem Obst, von jungem noch gährenden Weine, dem in den Rheingegenden

sogenannten federweißen Weine eine sehr bedeutende, oft krankmachende Gasentwickelung entstehen. Nach dem Genusse saftiger Pflanzen erzeugt sich bei dem Rindviehe nicht selten eine übermäßige Entbindung von Luft, die sogar exosmotisch in die Unterleibshöhle auszutreten scheint [1]).

Nach der Einnahme einer Mahlzeit und während der Zeit der Magen- 245
verdauung zeigen sich noch eine Reihe von Symptomen, welche besonders bei größerer Füllung des Magens hervortreten. Da dieser in dem letzteren Falle schwerer ist, so ruft er theils durch seine Volumensvermehrung, theils durch sein größeres Gewicht ein gewisses Gefühl von Vollheit und Druck hervor. Bei dem Einathmen ist das Hinabtreten des Zwerchfelles erschwert. Bei dem tieferen Ausathmen treffen die sich energischer zusammenziehenden Bauchmuskeln leichter den gefüllten Magen und treiben, wenn gleichzeitig die Cardia offen ist, mechanisch beigemengte Luft durch Aufstoßen hervor. Die Respiration ist daher im Ganzen genirter. Die allmälige Chymusbildung und deren Folge, der Uebergang von neuen Stoffen in das Blut, vermehrt das Quantum von diesem momentan. Es entsteht ein regerer Kreislauf und bei sensiblen Personen eine verstärkte Röthe im Gesicht und eine Erhöhung der Wärme. Das Gehirn ist weniger frei, der Mensch im geringerem Grade zur Anstrengung des Denkens disponirt und eher zur Ruhe und zum Schlafe geneigt. Wahrscheinlicher Weise hat der so sehr gebräuchliche Genuß des schwarzen Kaffee nach dem Mittagsessen in diesen Ursachen seinen Grund. Der Kaffee ist ein bitterer und zugleich aromatischer Stoff, welcher den Magenverdauungsproceß eher verlangsamt als befördert. Schon hierdurch verhütet er leichter eine zu große Uebersättigung des Blutes mit nahrhaften Substanzen. Zu gleicher Zeit aber läßt sich jener oben erwähnte Zustand des Gehirnes, jene Neigung zum Schlafe mit den Folgen, welche der Genuß geringer Gaben von Opium hervorruft, vergleichen. Wie der schwarze Kaffee gegen dieses ein Gegengift bildet, so hebt er auch vielleicht jene Folgen der Einnahme einer reichlichen Mahlzeit auf und macht den Kopf wiederum klarer. Daher auch vorzüglich die gelehrten Stände nach dem Essen schwarzen Kaffee genießen. Der Handwerker, welcher sogleich durch seine kräftige Arbeit für die Abführung von Stoffen aus dem Blute sorgt, bedarf dieses Mittels, selbst wenn er es haben kann, weniger, gleichwie jeder durch Bewegung und andere aufregenden Momente jene Disposition zum Schlafen zu überwinden im Stande ist.

Bei krankhafter Beschaffenheit der Verdauungsorgane entstehen zum Theil schon nach dem Genusse von geringeren Speisemengen bedeutendere und oft lästige Symptome. Die Fälle, in welchen wegen zu großer Reizbarkeit des Magens aus mechanischen oder aus chemischen Gründen das Genossene ausgeworfen wird oder ein heftigeres Aufstoßen von Luft erfolgt, wurden schon früher (§. 208) erwähnt. Personen, deren Nervensystem primär oder secundär auf eine eigenthümliche, uns noch nicht näher bekannter Weise verstimmt ist, vorzüglich Hysterische haben leicht bei jedem Acte ihrer Magenverdauung ein unbehagliches Gefühl von Aufblähen oder von Nagen, Brennen u. dgl. Die Beschwerden

---

[1]) J. Liebig die organische Chemie in ihrer Anwendung auf Physiologie u. Pathologie. Erste Auflage. Braunschweig. 1842. 8. S. 121.

vermehren sich, so lange keine Stuhlentleerung, die hier überhaupt träge erscheint, Statt findet. Bei einzelnen sonst kräftigen Männern findet sich bisweilen die Eigenthümlichkeit, daß sie ihre gewöhnliche, starke Mahlzeit gut verdauen, daß aber selbst wenige und leichte Speisen, welche sie in der Zwischenzeit zwischen ihren regulirten Mahlzeiten nehmen, stärkere Verdauungsbeschwerden verursachen (Fueter). Man suchte dieses dadurch zu erklären, daß bei solchen kräftigen Individuen, deren Thätigkeiten überhaupt mit mehr Energie vor sich gehen, schon kleine Speisemengen größere Quantitäten sauren Magensaftes hervorlocken und daß dieser dann reizend einwirkt. Ob etwas der Art Statt finde oder nicht, ist nach unserem gegenwärtigen Wissen nicht mit Bestimmtheit zu entscheiden. Bei Magenerweichung endlich erregen häufig selbst die zartesten Nahrungsmittel die heftigsten Erscheinungen, und zwar nicht nur Erbrechen, sondern auch vorzüglich Krämpfe und andere Zeichen des zugleich leidenden centralen Nervensystemes. Wenn bei dieser Krankheit angenommen wurde, daß der saure Magensaft sich gegen die Häute des Magens wendet und auf diese Art die gallertige Erweichung bedingt, so fehlt dieser Hypothese noch alle erfahrungsmäßige Begründung. Allein selbst theoretisch spricht gegen sie, daß die Thätigkeit des Magensaftes eben keine bloß gallertige Erweichung, sondern eine wahre Erosion, eine wahre chemische Auflösung bedingt und daß wir bei Personen, welche vermöge ihrer Diät, z. B. bei Individuen, welche viele saure Weine trinken, eher Geschwürsbildung und andere organische Entartungen des Magens, nicht aber einfache Gasteromalacie entstehen sehen. Nach dem Tode dagegen kann der Magensaft die Magenschleimhaut eben so gut angreifen, als wir eine Auflösung derselben bei künstlichen Verdauungsversuchen wahrnehmen.

246 Die Magendigestion wird, abgesehen von den physikalischen und chemischen Eigenthümlichkeiten der Speisen, noch durch andere hinzutretende Momente nicht selten verändert. 1) Bei dem oben erwähnten, mit einer Magenfistel versehenen Manne zeigte sich häufig eine krankhafte Beschaffenheit der Magenschleimhaut, welche auch den Chymificationsproceß verlangsamte (Beaumont). So z. B. wurde in diesem Falle gekochtes Rindfleisch erst innerhalb 4 Stunden, bei gesunder Magenschleimhaut dagegen in 3½ Stunden verdaut. Gebratenes Hammelfleisch, welches sonst nur 3 St. 30 M. zu seiner Chymification nöthig hatte, bedurfte hierzu bei jener pathologischen Verstimmung des Magens 4 St. 30 M. Frisches Kalbfleisch erforderte sonst nur 4 St., in dem letzteren Falle dagegen 4 St. 45 M. Es läßt sich mit Recht vermuthen, daß etwas Aehnliches bei vielen Arten von Indigestion, bei welchen ein saurer Magensaft in hinreichender Menge abgesondert und nichts desto weniger eine schlechte Verdauung beobachtet wird, Statt finde. Vielleicht gesellt sich aber noch ein anderes Verhältniß hinzu. Die Reizbarkeit der Muskulatur des Magens nämlich zeigt sich oft sehr verschieden und tritt bei gesunden Hunden während der Verdauung mit mehr Energie als außerhalb derselben auf (Longet). Es ist daher denkbar, daß auch krankhafter Weise während der Digestionszeit eine solche Verlangsamung der Magenbewegung zu Stande kommen und eine schlechtere Digestion zur Folge haben kann. 2) Alle Momente, welche die freie Magenbewegung geniren, hindern auch den Digestionsproceß. Personen, bei welchen die Section die Anwesenheit eines Zwerchfellbruches nachweist, leiden häufig, wenn der Magen (oder ein Theil des Colon oder sonst ein Darmstück) in der Brusthöhle oder in der Oeffnung des Diaphragma liegt, an erschwerter Verdauung. Sitzen wir unmittelbar nach Tische, schreiben wir dann oder befinden wir uns sonst in einer zusammengekauerten Stellung, so verdauen wir auch schlechter, als wenn wir

liegen, stehen oder mäßig gehen. 3) Wir haben schon früher gefunden, daß die höhere Temperatur des Magens die Chymification der Speisen in bedeutendem Grade begünstigt. Sie beträgt im Magen im Mittel 37°,7 C. und ist in der Pförtnerparthie um 0°,42 C. höher als in dem übrigen Organe. Warme Gegenstände, welche zur Ausgleichung ihrer Temperatur mit der des Magens in der Regel weniger Wärme in Anspruch nehmen und ihre mitgebrachte Temperatur länger behalten, besitzen schon hierdurch einen Vortheil für ihre Digestion. Kalte Nahrungsmittel, welche momentan viel Wärme entziehen, müssen daher auch wenigstens im ersten Augenblicke hindernd eingreifen. Ist die Kälte zu groß oder ist die kalte Speise zu voluminös, so können auf diese Art mit Leichtigkeit Digestionsbeschwerden hervortreten. Greift sie dagegen weniger tief ein, so entsteht durch die nachfolgende Reaction eine erhöhte Thätigkeit des Magens. Es können daher selbst kalte Dinge als Beförderungsmittel der Verdauung dienen. So verderben wir uns leicht den Magen, wenn wir größere Portionen von Eis nach der Mahlzeit genießen. Wir nehmen aber als Desert eine geringe Menge desselben, theils um die Verdauungsthätigkeit zu erhöhen, theils um den Folgen des etwa genossenen Weines entgegenzuwirken. Eben so trinken wir ein Glas frischen Wassers mit oder ohne Zucker neben dem schwarzen Kaffee nach der Mahlzeit. 4) Da in gleichem Maaße, als die Chymification fortschreitet, das Blut stoffreicher wird und eine stärkere Entladung fordert, so steht auch diese mit dem Verdauungsprocesse in sehr inniger Beziehung. Bewegen wir uns nach dem Essen in sehr mäßigem Grade, beschäftigen wir uns mit körperlichen Arbeiten, so verdauen wir auch besser. Liegen wir ruhig, so geht der Proceß langsamer und zugleich vielleicht regulirter vor sich. Nach mäßigen Mahlzeiten erfolgt dann die Digestion ohne Beschwerden; nach stärkeren dagegen zeigen sich leicht Congestionssymptome, Schlaflosigkeit u. dgl. 5) Die verschiedenartigen Erregungen des Nervensystemes können auch differente Folgen für die Verdauung haben. Wir wissen aus Versuchen, die an Kaninchen und Hunden angestellt worden, daß noch nach Durchschneidung der beiden herumschweifenden Nerven am Halse unter der Voraussetzung der Anwesenheit von festen Nahrungsmitteln saurer Magensaft abgesondert wird, daß dieser die Speisen angreift, daß er die künstliche Verdauung zu bewirken im Stande ist, daß aber nach jener Operation die Magendigestion schwächer wird, weil die Bewegungen des Organes vermindert sind. Es läßt sich leicht denken, daß auch bei dem Menschen ähnliche Zustände vorkommen. Wir haben daher auch oben schon bei der Erwähnung der Indigestionsfälle trotz der Existenz der sauren Magensaftes es dahin gestellt sein lassen, ob nicht vielleicht eine Verzögerung der Peristaltik der Grund dieser Phänomene sei. Manche Regungen des centralen Nervensystemes können die Verdauung befördern, andere sie im Gegentheil hindern. Eine gemäßigt freudige Stimmung ist der Digestion sehr günstig. Plötzliche Freude, Kummer u. dgl. hemmen sie sehr leicht. Personen, welche in drückenden Verhältnissen leben, bekommen häufig Verdauungsstörungen. Ueberhaupt steht der Magen in sehr inniger Beziehung mit dem Gehirne und dem Rückenmarke. Es bedingen deshalb

auch sehr viele Leiden dieser Theile als peripherische Reactionen Magenbeschwerden.

247 Sobald der Speisebrei in den Zwölffingerdarm übergetreten, wird er der Thätigkeit des Bauchspeichels, der Galle und des Darmsaftes ausgesetzt. Die Einwirkung aller dieser Flüssigkeiten auf den Chymus ist uns zu einem großen Theile noch gänzlich unbekannt. Wir können in dieser Beziehung nur meist vereinzelte, ihren chemischen Verhältnissen entnommene, nicht immer sehr basirte oder in genügendem Grade belehrende Vermuthungen und Hypothesen aufstellen. Bauchspeichel und Galle sind, obgleich sie noch verhältnißmäßig viel Wasser führen, dennoch wasserarmer als diejenigen Hauptfluida, welche im Munde und im Magen auf die Speisen eingewirkt haben. Der Mundspeichel des Menschen enthält nach seinen verschiedenen Verdünnungsgraden 98,3 — 99,7 %, der Magensaft 98,7 %, der Pancreassaft des Hundes dagegen 91,28 % und der des Schafes 94,81 — 96,35 % (Tiedemann und Gmelin), die Galle des Rindes 87,5 — 92,838 % Wasser. Es folgt hieraus, daß zwar noch die beiden letzteren Flüssigkeiten durch ihren verhältnißmäßig bedeutenden Wassergehalt extrahirend wirken können, daß aber bei ihnen in etwas geringerem Grade auf die Fähigkeit des Wasserauszuges gerechnet zu werden scheint, weil diese Operation schon früher zu einem großen Theile durch die Getränke, die Mundflüssigkeiten und den Magensaft vollzogen worden. Dagegen müssen beide Fluida, und wahrscheinlich der Bauchspeichel noch mehr als die Galle, den Chymus verdünnen und dessen dichtere Substanzen mechanisch vertheilen. Der größere Reichthum an festen Bestandtheilen deutet aber eine durchgreifendere Wirksamkeit von diesen an. Nach den oben angeführten Zahlen ist die Galle wasserarmer als der Pancreassaft. Dieses Verhältniß dürfte sich vielleicht, wenn sich nach dem Eintritte des Speisebreies in den absteigenden Theil des Zwölffingerdarmes die Menge des abgesonderten Bauchspeichels vergrößert, ändern. Ob dieser aber so diluirt werden könne wie der Mundspeichel, ist unbekannt. Eben so wenig kennen wir die Quantitäten, welche im Mitteldurchschnitte ausgeleert werden. Legt man den Ductus Wirsungianus bloß, führt in ihn eine Canüle ein, befestigt dieselbe durch eine Ligatur und fängt den dann so herablaufenden Bauchspeichel auf, so erhält man, wie kaum zu bezweifeln ist, geringere Quanta, als naturgemäß in derselben Zeit während der Verdauung in den Darm ergossen werden. Bei einem Versuche, der mittelst eines eingeführten Glasröhrchens angestellt worden, floß bei einem Hunde während des ruhigen Athmens alle 6 — 7 Secunden ein Tropfen aus. Durch tiefes Einathmen vervielfachte sich die Zahl der Tropfen, welche in dem genannten Zeitraume entleert wurden. Binnen 4 Stunden wurden auf diese Art 10 Grm. Flüssigkeit eingesammelt. Bei einem Schafe trat alle 4 — 5 Secunden ein Tropfen hervor. Man erhielt innerhalb 5 Stunden 5,76 Grm. Bauchspeichel, also bei diesem pflanzenfressenden Thiere 2,12 weniger als bei dem fleischfressenden Hunde. Diese Differenz dürfte jedoch auch dadurch entstanden sein, daß bei dem Hunde die Glasröhre sogleich zum Auffangen des Pancreassaftes bei noch offener Bauchhöhle benutzt wurde, während

man be dem Schafe eine in den gemeinschaftlichen Gallen- und Bauchspeichelausführungsgang eingebrachte elastische Röhre durch die wiederum zugeheftete Bauchwunde nach außen führte. Aus dem Ductus Wirsungianus eines eben getödteten und vorher reichlich mit Hafer gefütterten Pferdes konnte 1 Grm. Pancreassaft gewonnen werden (Tiedemann und Gmelin)[1].

Obgleich die Aehnlichkeit des Baues des Pancreas mit dem der 248
Speicheldrüsen des Mundes von anatomischer Seite aus eine große Analogie der Pancreasflüssigkeit mit dem Mundspeichel erwarten ließe, so zeigen sich doch wenigstens nach den bisherigen Untersuchungen mehrere wesentliche chemische Unterschiede zwischen beiden Producten. Die Reaction des Bauchspeichels ist von den einzelnen Forschern verschieden gefunden worden. Sie zeigte sich sowohl bei Fleischfressern (Hund) als bei Pflanzenfressern (Schaf und Pferd) schwach sauer (Tiedemann und Gmelin, A. S. Schultze), in anderen Fällen dagegen schwach alkalisch (Mayer, Magendie, Leuret und Lassaigne). Die letztere Wirkungsweise bot auch die in dem Ductus Wirsungianus eines eben getödteten Rindes enthaltene Mischung dar (Hünefeld und Pudon). Bei dem oben erwähnten Versuche, bei welchem der Pancreassaft des Hundes durch eine in den Bauchspeicheldrüsengang eingebrachte Glasröhre aufgefangen wurde, floß zuerst eine röthlich gefärbte, schwach saure und später eine farblose, schwach alkalisch reagirende Flüssigkeit ab, so daß die Alkalescenz des Pancreassaftes erst eine Folge des längeren Leidens des Thieres und der dadurch veränderten Secretion zu sein schien. Wie nun dem aber auch sei, so dürften diese geringen Mengen freier Säure oder freien Alkalis an und für sich keinen sehr wesentlichen Einfluß auf die Thätigkeit der Dünndarmverdauung ausüben. Denn der etwa vorhandenen ungebundenen Säure tritt die Einwirkung der Galle mehr oder minder entgegen. Sollte aber auch hier etwa der Fall Statt finden, daß der Bauchspeichel, so lange seine Absonderung sparsam erfolgt, schwach sauer bleibt, während der Dünndarmverdauung aber und überhaupt bei stärkerer Secretion in eine geringe Alkalescenz umschlägt, so würde dieses Alkali wahrscheinlich von der sauren Beschaffenheit des Schleimes des Zwölffingerdarmes und wenigstens bisweilen des Speisebreies sogleich mehr oder minder paralysirt werden. Es bliebe aber in jedem Falle neben der Galle ein verhältnißmäßig schwaches, alkalisches Unterstützungsmittel. Einflußreicher müssen die feuerbeständigen Salze und die organischen Stoffe des Pancreassaftes erscheinen. 100 Th. frischen Bauchspeichels des Hundes enthielten auf 8,72 % festen Rückstandes 0,722 % Asche. In dem durch Tabakrauchen erhaltenen Mundspeichel des Menschen ergab sich auf 1,14 — 1,19 % fester Substanzen 0,25 % feuerfester Verbindungen. In dem ersteren Falle verhielten sich also diese zu den gesammten, nicht flüchtigen Stoffen = 1:12,07; in dem letzteren dagegen = 1:4,44—1:4,76. Wir sehen hieraus, daß der Bauch-

[1]) Fr. Tiedemann u. L. Gmelin die Verdauung. Zweite Ausgabe. Bd. I. S. 29, 37 und 41.

speichel zwar absolut viel reicher an Asche als die Mundflüssigkeit ist, daß er aber in Verhältniß zu seinen übrigen Verbindungen kaum ⅓ so viel feuerbeständige Substanzen enthält. Schon hieraus müssen wir schließen, daß vorzüglich die organischen Materien des Pancreassaftes die wirksameren Elemente desselben ausmachen. Sie zeigen auch eine mehr oder minder eigenthümliche Beschaffenheit. Denn während der normale Mundspeichel gar kein oder höchstens äußerst wenig Albumin enthält, besitzt der Pancreassaft eine große Quantität desselben. Der farblose, also unmittelbar mit keinem Blutrothe vermischte Bauchspeichel des Hundes wird in der Siedhitze und durch Weingeist coagulirt, durch destillirten Essig und weingeistfreien Aether dagegen nicht niedergeschlagen. Hieraus läßt sich schließen, daß er kein Casein, aber eine bedeutendere Menge von Eiweiß, wie dieses in dem Serum des Blutes gefunden wird, besitzt. Eine quantitative Analyse zeigte auch bei 8,72 % festen Rückstandes 3,73 %, also viel mehr als ⅓ Eiweiß mit wenigen Salzen. Bei dem Schafe ergaben sich bei 3,65 % organischer Stoffe überhaupt 2,25 %, also mehr als die Hälfte Albumin. Daß dieses nicht etwa von einer krankhaften Beschaffenheit der Absonderung oder einer fremden Beimischung herrühre, lehrt der Umstand, daß sich der aus dem Ductus Wirsungianus eines gesunden und eben getödteten Pferdes unmittelbar gesammelte und dann mit Wasser verdünnte Pancreassaft in der Siedhitze trübte, durch Sublimat weiß, durch Galläpfeltinctur gelblich weiß und in der essigsauren Lösung durch blausaures Eisenkali auf die bekannte Weise gefällt wurde (Tiedemannn und Gmelin). Ob neben dem Albumin noch Käsestoff existire, bleibt sehr zweifelhaft, wie überhaupt diese organischen Stoffe des Bauchspeichels eine zeitgemäße Prüfung nothwendig machen.

249 Die Galle erscheint nicht minder räthselhaft. Da sie in gesundem Zustande nie sauer, sondern schwach alkalisch oder neutral reagirt, so muß sie schon deshalb die Wirkung des sauren Magensaftes, der etwa noch in dem Speisebrei enthalten ist, nicht nur nicht unterstützen, sondern derselben eher entgegentreten. Die feuerbeständigen Salze werden hier, ihrer Menge nach zu urtheilen, eine größere Wirkung als bei dem Pancreassaft und eine geringere als bei dem Mundspeichel ausüben. Die Rindsgalle ergab auf 9,56 % organischer Stoffe 1,26 % Aschenbestandtheile, jedoch noch mit organischen Substanzen (Milchsäure, Gallenstoff und Extractivstoff) verbunden (Berzelius). Das hieraus hervorgehende Verhältniß der Alkalien und Salze = 1 : 7,58 ist daher eher zu groß als zu klein. Bei einer andern Untersuchung der Ochsengalle zeigten sich auf 12,44 % festen Rückstandes 1,40 % Aschenbestandtheile (Thénard). Diese verhielten sich also zu jenen = 1 : 8,88. Man sieht hieraus, daß die Galle zwar proportional reicher an Asche als der Bauchspeichel ist, daß sie aber in dieser Beziehung eher dem letzteren als dem Mundspeichel nahe steht. Betrachten wir die Natur der in der Galle gefundenen Alkalien und Salze, so betragen diese 0,50 % Natron, 0,25 % phosphorsaures Natron, 0,40 % Chlornatrium, 0,10 % schwefelsaures Natron und 0,15 phosphorsauren Kalk (Thénard). Wir haben also unter 1,40 % Asche 1,25 % mithin beinahe $^9/_{10}$ des Ganzen Natronverbindungen.

Was übrigens die Beurtheilung der organischen Constitution dieser Mischung betrifft, so stehen einander in dieser Beziehung die neueren chemischen Erfahrungen schroff gegenüber. Während die Alten die Galle für eine Seife hielten, ergaben spätere Analysen (von Berzelius, Thénard, L. Gmelin), daß die organischen Substanzen sehr mannigfach und complex seien. Neuere Beobachtungen (von Demarçay) führten zu jener alten Idee, die Galle als eine Seifenverbindung zu betrachten, wiederum zurück. Behandelt man nämlich die von dem Schleime abfiltrirte Galle mit Salzsäure in gelinder Digestionswärme, so scheidet sich nach diesem Forscher eine eigenthümliche Säure, die Choleinsäure, welche mit dem früher sogenannten Gallenharze identisch ist, aus, während in der Flüssigkeit zwei Zersetzungsproducte der Galle, Taurin und Ammoniak, zurückbleiben. Die letzteren können auch durch erneuerte Behandlung der Choleinsäure mit Salzsäure künstlich hervorgebracht werden. Mehrere Tage lang mit kaustischem Kali in der Hitze behandelte Galle giebt ein anderes Zersetzungsproduct, Cholsäure, welches mit dem Kali verbunden und aufgelöst bleibt. Hieraus schloß man nun, daß die Choleinsäure allein, welche $C_{41} H_{66} N_2 O_{12}$ (Demarçay) oder $C_{42} H_{72} N_2 O_{12}$ (Dumas) oder $C_{38} H_{66} N_2 O_{11}$ (J. Liebig) oder $C_{46} H_{78} N_2 O_{13}$ zur Formel hat, neben dem Schleime, der Margarinsäure, dem Cholstearin, der phosphorsauren Kalkerde u. dgl. den einzigen organischen Bestandtheil der Galle ausmache, $^9/_{10}$ von den organischen Materien der letzteren betrage und mit Natron vereinigt als Seife existire (Demarçay). Die neueste Analyse der Galle (von Berzelius) tritt aber wiederum dieser einfachen Auffassungsweise entgegen. Hiernach enthält nämlich die Galle nur eine geringe Menge verseiften Fettes, welches als ölsaures, margarinsaures und stearinsaures Natron vorhanden ist. Den Hauptbestandtheil bildet ein eigenthümlicher, bitter schmeckender Stoff das Bilin, welches sich sehr leicht unter vielen Verhältnissen in Taurin, Ammoniak und zwei harzähnliche Säuren, Fellinsäure und Cholinsäure, umsetzt. Es reagirt neutral und bildet sowohl mit Säuren als mit Basen leicht lösliche Verbindungen. Die letzteren werden durch die Kohlensäure der Luft zersetzt. Die Choleinsäure, so wie die Hauptmasse des früher sogenannten Gallenharzes bilden nur ein Gemenge von Fellin- und von Cholinsäure. Außerdem führt die Galle noch ihren eigenthümlichen Farbestoff, das Cholepyrrhin, welches durch Salpetersäure zuerst blau, dann grün, hierauf violett, roth und zuletzt gelb oder gelbbraun wird, das sich aus der Galle selbst nicht isolirt darstellen läßt, aber in ihr bisweilen in reinerer Form als gelbes Pulver aufgeschlämmt vorkommt oder in einzelnen Gallensteinen gefunden wird. In einer Auflösung von kaustischem Kali oder Natron absorbirt es Sauerstoff und ändert dabei seine gelbe Farbe in die grüne um. Durch Säuren niedergeschlagen geht es in Biliverdin, einen anderen Farbestoff, welcher alle Eigenschaften des Chlorophylls hat, über. Endlich enthält die Galle, wie sie aus der Gallenblase kommt, Schleim theils mechanisch beigemischt, theils chemisch aufgelöst. Von untergeordneter Bedeutung erscheinen außer den schon oben erwähnten Seifenverbindungen ein eigener Extractivstoff, Cholestearin, Koch-

salz, schwefelsaures, milchsaures und phosphorsaures Natron und phosphorsaure Kalkerde. Bei 7,162 % festen Rückstandes der von ihrem mechanisch beigemengten Schleime abfiltrirten Galle betragen der gelöste Schleim 0,231 %, das Cholestearin nur 0,0001 %, das Kochsalz, das milchsaure Natron und die in Alkohol löslichen Extractivstoffe kaum 1½ %, Bilin und Cholepyrrhin dagegen 5 % (Berzelius)[1].

Wie nun auch diese Widersprüche in Zukunft gelöst werden mögen, so lassen sich doch schon jetzt mehrere Schlußfolgerungen, welche auf die Dünndarmverdauung anwendbar sind, entnehmen. 1) Sowohl das Bilin als die Choleinsäure, so wie die Seifenverbindungen der letzteren oder die fellinsauren und cholinsauren alkalischen Salze und das Taurin können in Wasser gelöst und auf diese Art resorptionsfähig bleiben. 2) Die Galle selbst bildet eine jedenfalls sehr leicht umsetzbare Mischung, welche sich daher vielleicht schon in der Gallenblase, unzweifelhaft aber in dem Darme metamorphosirt und hierbei Taurin und Ammoniak erzeugt. 3) Säuren verändern den Farbestoff der Galle, das Cholepyrrhin dahin, daß es grün niedergeschlagen wird und in Biliverdin übergeht. 4) Die Seifen der Fellinsäure und der Cholinsäure werden durch die Kohlensäure, welche in ihrer Umgebung etwa vorhanden ist, zersetzt, während das Cholepyrrhin, wenn es in einer alkalischen Flüssigkeit existirt, Sauerstoff absorbirt und wiederum grün wird. Alle diese Momente werden uns auch in dem Dünndarme bei dem Verdauungsprocesse mehr oder minder wiederkehren. Aus den gesammten Eigenschaften der Galle aber läßt sich noch folgern, daß sie wahrscheinlich ein Auflösungsmittel für viele Stoffe sei, daß der größte Theil ihrer organischen Substanzen, selbst wenn sie noch neue Materien aufnehmen, in der Solution bleibe und mit dieser in den Chylus wiederum übergehen könne und daß endlich vielleicht die leichte Wandelbarkeit und die immer erfolgende Umsetzung der organischen Bestandtheile der Galle auf einzelne Nahrungsmittel gleich dem Fermente eine Contactwirkung ausübt und die Zersetzung der festeren Substanzen des Speisebreies befördert.

250 Der sogenannte Darmsaft oder Darmschleim ist eine eben so complicirte, als ihrer chemischen Beschaffenheit nach unbekannte Substanz, über deren Einwirkung sich daher so gut als gar kein Urtheil fällen läßt. Sie bildet offenbar ein Gemenge von drei bis vier verschiedenen Absonderungsproducten. Einerseits secernirt vielleicht die Oberfläche der Schleimhaut des Zwölffingerdarmes und des Dünndarmes selbst. Anderseits aber geht ein schleimiges Product aus der Thätigkeit der Brunnschen und der Lieberkühnschen und vielleicht auch der Peyerschen Drüsen hervor. Da nun aber die Brunnschen Drüsen und die ihnen verwandten Gebilde in dem Duodenum in zahlreicherer Menge existiren, die Peyerschen Drüsenflecke aber erst in dem unteren Theile der dünnen Gedärme auftreten, während die Lieberkühnschen Grübchen überall vorkommen, so ergiebt sich schon hieraus, daß die sogenannten Darmsäfte des Duodenum, des

---

[1]) J. Berzelius Art. Galle in R. Wagner's Handwörterbuch der Physiologie. Braunschweig. 1842. 8. Bd. I. S. 516.

Jejunum und des Ileum von einander abweichen müssen. Bis jetzt kennen wir jedoch nicht nur diese Differenzen nicht, sondern vermögen selbst die äußeren Merkmale der Gesammtmischung derselben nicht genau anzugeben, weil der Zutritt von Chymus, Bauchspeichel und Galle die Beurtheilung der einzelnen Eigenschaften des reinen Darmsaftes fast unmöglich macht. Er reagirt aus dem oberen Theile der dünnen Gedärme während der Verdauungszeit sauer (Tiedemann und Gmelin), behält dann auch bei Fleischfressern weiter nach abwärts diese Beschaffenheit bei, wird aber hier bei Pflanzenfressern, wie dem Pferde und dem Schafe, neutral bis alkalisch. Jedoch findet sich bei Kaninchen hin und wieder selbst in den ferneren Theilen der dünnen Gedärme eine schwach saure Reaction. In dem Krummdarme des Menschen scheint in der Regel eine geringe alkalische Reaction des Darmsaftes vorhanden zu sein. So lange er sauer bleibt, muß er auf den hinabkommenden Bauchspeichel und die herunterfließende Galle durch seine sehr verdünnte Säure wirken. Er wird daher das freie Alkali des Pancreassaftes, wenn es vorhanden ist, neutralisiren, aus der Galle Schleim und grünen Farbestoff niederschlagen und so jenen gelbgrünlichen oder mehr gelben oder grünlicheren Brei, den wir in den dünnen Gedärmen vorfinden, erzeugen.

Diese Verhältnisse lassen sich durch chemische Versuche gut erläutern. 1) Filtrirt man die sich ohnedies bei dem Erkalten nicht sehr trübende warme Rindsgalle und versetzt das Hindurchgegangene mit $^{1}/_{100}$ Chlorwasserstoffsäure, so schlagen sich, während die dunkelgrüne Flüssigkeit heller wird, weißliche bis gelbgrünliche Flocken, welche oft längere Zeit in der Flüssigkeit suspendirt bleiben, nieder. Selbst wenn nur $^{1}/_{300}$ Salzsäure existirt, entsteht schon eine bedeutende Reaction, die sich bei dem Erhitzen der Mischung noch vor dem Siedepunkte ansehnlich vermehrt. Zu gleicher Zeit giebt sich bei der noch frischen Galle eine mit Ammoniakentwickelung verbundene Zersetzung derselben dadurch zu erkennen, daß der darüber gehaltene Glasstöpsel einer mit Salzsäure gefüllten Flasche sogleich Salmiakdämpfe entläßt. Schweinsgalle, welche bei dem Erkalten sehr vielen Schleim absetzt, beim Erwärmen aber wieder vollkommen klar wird, zeigt ganz ähnliche Phänomene. Durch Essigsäure schlagen sich oft aus der kalten Galle membranös gefaltete grünlich gelbe Massen nieder. Bei hinreichendem Zusatze von Säuren kann die Flüssigkeit vollkommen farblos werden. Hat man die Galle etwas erwärmt, so erfolgt das Präcipitat in körnigen weichen Flocken. Nach dem Umschütteln bildet das Ganze eine dem Inhalte der dünnen Gedärme äußerlich sehr ähnliche Masse. Auch bei der Galle des Menschen, die, wenn sie sehr schleimig ist, durch Erwärmen oder selbst durch das Kochen nicht vollkommen klar wird, treten durch Säuren ähnliche Wirkungen hervor. 2) Bereitet man sich in sehr schwach angesäuertem Wasser durch eingelegte Fragmente menschlicher Magenschleimhaut eine Verdauungsflüssigkeit, giebt ihr nur jene Schleimhautstücke 24 Stunden lang bei 20° — 40° C. zur Einwirkung Preis, läßt auf diese Weise geringe Säuremengen erschöpft werden, filtrirt alsdann das Ganze und vermischt hierauf das klare, weingelbe Filtrat, welches den säuerlichen Geruch erbrochener Speisen deutlich darbietet, mit frischer filtrirter Rindsgalle; so entsteht, sobald nur keine freie Säure mehr vorhanden ist, kein Niederschlag. Die Flüssigkeit bleibt auch bei dem Kochen klar und wird durch einen neuen Zusatz concentrirterer, nicht angesäuerter Verdauungsflüssigkeit nicht verändert. 3) Säuert man dasselbe Verdauungsfluidum, welches früher durch seine Einwirkung auf die Magenschleimhaut erschöpft worden, von Neuem mikrolytisch an, läßt dasselbe 20 Stunden lang auf Eiweißwürfel einwirken und diese stark angreifen; so entsteht, sobald nur noch freie Säure vorhanden ist, die in Nro. 1 erwähnte Veränderung der Galle in reichlichstem Maaße. Es bedarf kaum bemerkt zu werden, daß das frisch angesäuerte Verdauungsfluidum dieselbe Wirkung in noch höherem Grade bedingt. Hieraus ergiebt sich von selbst, daß die Fällung der Galle, welche wir in dem Laufe der dünnen Gedärme eintreten sehen, keine Folge der Thätigkeit der organischen Stoffe des mit dem Chymus hinabge-

führten Magensaftes ist. Haben diesen — was wohl selten der Fall sein dürfte — die verdauten geronnenen Proteinkörper vollständig erschöpft, so bedingt die freie Säure des Darmsaftes, wenn nicht, außer dieser noch die des Chymus die Präcipitation der Galle. Die Frage, ob hier im lebenden Körper freie Salzsäure oder Essigsäure wirke, kann diesen Schluß nicht wesentlich ändern. Denn diese letztere organische Säure hat auf Rindsgalle eine ähnliche, nur schwächere Wirkung. Bei einem Zusatze von $\frac{1}{50}$ sogenannter concentrirter Essigsäure, wie diese von den Apotheken geliefert wird, erhielt ich einen Niederschlag, der sich bei dem Schütteln wieder auflöste, bei $\frac{1}{20}$ — $\frac{1}{15}$ dagegen ein bleibenderes Präcipitat. 4) Durch Salmiak wird die Rindsgalle weder im Kalten, noch bei längerer Digestion im Sandbade, noch bei dem Kochen getrübt. Hieraus folgt, daß das Chlorammonium, welches entweder von vorn herein im Chymus oder dem Darmsafte enthalten ist, oder durch secundäre Combination etwa frei existirender Salzsäure mit dem durch die Zersetzung der Galle hervorgehenden Ammoniak entsteht, jene gelbgrünliche Färbung des Darmbreies nicht bedingen kann. 5) Kochsalz verhält sich in dieser Beziehung ganz wie Salmiak. 6) Versetzt man die durch Minimalquantitäten von Säuren gefällte Galle mit kohlensaurem Kali, so löst sich bei einer hinreichenden Menge des letzteren Alles auf, während bei sehr geringen Mengen Trübung und Niederschlag verbleiben. Die Solution wird durch Erwärmung wesentlich gefördert und erfolgt nach früheren Zusätzen von Essigsäure leichter, als wenn Chlorwasserstoffsäure als Fällungsmittel benutzt worden war. Hieraus ergiebt sich, daß die später im Darme bisweilen auftretende Alkalescenz, so lange sie schwach bleibt, die präcipitirte Galle wenig oder gar nicht auflösen kann und daß nur bei einem größeren Ueberschusse von Alkalien eine Verflüssigung des Gefällten zu entstehen vermöchte.

251 Außer diesen Einwirkungen der freien Säure des Darmsaftes kann dieselbe noch vielleicht als Supplement der ungebundenen Säure des Magensaftes dienen. Wir haben schon früher gesehen, daß auch Dünndarmstücke in manchen Fällen mit Erfolg zu Versuchen über künstliche Verdauung angewandt werden können. Eben so wirken sie bisweilen in ähnlicher Art wie die Magenschleimhaut auf den gelösten Käsestoff. So z. B. machte der (wohlausgewaschene und von allem anhaftenden Chymus befreite?) Dünndarm des Schweines die Milch gerinnen, während diese durch den des Hundes oder des Menschen unverändert blieb (Hünefeld).

252 Außer den genannten, aus der chemischen Beschaffenheit des Bauchspeichels, der Galle und des Darmsaftes von selbst erhellenden Wirkungen glaubte man noch einige andere Effecte, welche die in den dünnen Gedärmen hinzukommenden Absonderungsproducte auf die Speisen ausübten, ermittelt zu haben. Da das intensiver coagulirte Albumin, die dichteren Arten des geronnenen Faserstoffes und der nicht aufgelöste Käsestoff der angesäuerten Verdauungsflüssigkeit einen größeren Widerstand entgegensetzen, so lag es nahe zu vermuthen, daß dasjenige, welches von den genannten Körpern etwa noch unaufgelöst mit dem Chymus in die dünnen Gedärme gelangt, hier durch die Thätigkeit der beigemischten Absonderungsproducte später verflüssigt werde. In der That sollte auch die Galle bei 35° — 37°,5 C. nicht nur die Schale der Blutkörperchen, den weicheren coagulirten Faserstoff des venösen Blutes und die dichtere Fibrine der Entzündungshaut binnen kürzerer oder längerer Zeit auflösen, sondern auch rohes oder gekochtes Fleisch bedeutend angreifen und vorzüglich den geronnenen Käsestoff der Milch verflüssigen (Hünefeld) [1]. Wir werden je-

[1]) Fr. C. Hünefeld Chemie und Medicin. Berlin. 1841. 8. Bd. I. S. 105.

doch bald sehen, daß diese Erfahrungen noch eine affirmativere Bestätigung nöthig haben dürften. Das Gleiche gilt von einer andern Schlußfolgerung. Wir wissen, daß der Chylus, wie er in den Milchgefäßen des Gekröses enthalten ist, stets eine bedeutende Menge von Eiweiß, das bei dem Kochen coagulirt niederfällt, führt. Filtrirt man den Speisebrei des Dünndarmes, wenn es angeht, unmittelbar, wenn nicht, nach möglichst schwacher Verdünnung mit Wasser, so setzt das klare Filtrat, sobald es neutral oder sogar schwach alkalisch erscheint, bei dem Kochen reichliche Eiweißflocken ab. Das durch gleiche Behandlung des Magenchymus erhaltene saure Fluidum erscheint in der Siedewärme unverändert. Hieraus schloß man, daß in dem Darmbrei Eiweiß, welches in dem Chymus noch fehle, enthalten sei. Daß jenes flüssige Albumin nicht etwa von der beigemischten Pancreasflüssigkeit herrühre, wird durch die große Quantität desselben wahrscheinlich gemacht. Es müssen daher, wie man glaubte, die in dem Dünndarme hinzutretenden Absonderungsflüssigkeiten die Umsetzung des genossenen geronnenen Faserstoffes und anderer coagulirten Proteinkörper in flüssiges Eiweiß vermitteln (Prout)[1]). Diese letztere Einwirkung glaubte man auch nach einem bald anzuführenden Versuche der Thätigkeit der Galle zuschreiben zu können (Scherer)[2]). Allein eine genauere Prüfung lehrt, daß der ganze scheinbare Unterschied nur auf der Differenz der Reaction beruht. Ist das Filtrat der Verdauungsflüssigkeit, welche geronnene Proteinkörper aufgelöst hat, sauer, so bleibt es bei dem Kochen hell. Wird es neutralisirt oder alkalisch gemacht, so setzt es dann Eiweißflocken ab. Die in dem Dünndarme hinzutretenden Absonderungsproducte erzeugen nur dann die eben genannten Wirkungen, wenn sie die freie Säure des Chylus abstumpfen. Eine eigenthümliche umsetzende Wirkung der organischen Stoffe derselben scheint, so viel man wenigstens bis jetzt weiß, nicht Statt zu finden.

Um diesen, den Erfahrungen und Schlüssen vieler Forscher entgegenstehenden Ausspruch zu erhärten, muß ich etwas ausführlicher, als es sonst geschehen wäre, auf diesen Gegenstand eingehen. Nach Hünefeld soll nämlich die Galle, welche die Fähigkeit hat, die Hülle der Blutkörperchen aufzulösen, bei 35° — 37°5 C. das Faserstoffgerinsel des Blutes innerhalb ¼ — ½ Stunde, das durch Alkohol oder eine organische Säure aus der Milch niedergeschlagene Casein oder den bei dem Sauerwerden der Milch sich absetzenden Käse sogar binnen wenigen Minuten ohne Trübung in sich aufnehmen. Reibt man die letztere Art von Käse mit Galle zusammen, so entsteht ein dünner Brei, der sich fast vollständig in Wasser löst. Die Flüssigkeit ist zuerst etwas trüb, wird durch Stehen klarer, hellt sich bei dem Erhitzen schnell auf, setzt an der Oberfläche einen größtentheils aus Butter bestehenden Rahm ab und trübt sich bei dem Kochen nicht — ein Phänomen, welches auch andere Caseinlösungen darbieten. Es wird aber aus ihr durch Essigsäure mit Choleinsäure gemengter Käsestoff niedergeschlagen. Zerriebenes frisches und gekochtes Fleisch wird durch die Galle binnen wenigen Stunden aufgelöst. Dasselbe erfolgte auch mit einer, in kleine Theile zerhackten Entzündungshaut. Beide Solutionen coagulirten durch das Kochen. Durch einen Zusatz von schwefeliger Säure schlägt sich choleinsäurehaltiger Faserstoff nieder. Dagegen greift die Galle pflanzliches und thierisches Eiweiß nur

---

[1]) W. Prout Chimistry, Meteorology and the function of Digestion considered with reference to Natural Theology. Second edition. London. 1834. 8. p. 508.

[2]) Scherer in Liebig's Annalen der Pharmacie. Bd. XL. S. 9. 10.

schwer an und löst den Kleber, wenn er zuvor durch Speichel seine Zähigkeit verloren hat, bloß theilweise auf. Von zerhacktem Fleische endlich, welches an destillirtes Wasser, an solches, das durch Milchsäure angesäuert worden, und an Magensaft nichts mehr abtrat (?), nahm die Galle, mit welcher es in einem Mörser malarirt und unter Wasserzusatz zerrieben wurde, noch merklich viel an. Alle diese Auflösungswirkungen der Galle gehen rascher vor sich, wenn man die in kleinen Quantitäten bereitete Mischung zwischen zwei verlackten Glasplättchen aufbewahrt. So weit die Erfahrungen von Hünefeld.

Ich muß frei bekennen, daß ich bei meinen wiederholten Versuchen zu keinen so positiven Resultaten gelangte. Ich arbeitete mit der Galle des Ochsen, des Schweines und des Menschen. 1) Wurde die ganz frische, ohnedies bei dem Erkalten nicht sehr schleimig werdende, noch warme Galle des Rindes ohne irgend eine Wasserverdünnung filtrirt; legte man dann in die so erhaltene dunkelgrüne Flüssigkeit Eiweißwürfel, digerirte das Ganze drei Stunden lang bei 30° — 40° C. und setzte es später noch ½ Stunde einer höheren Wärme aus, so zeigte sich keine weitere Veränderung, als daß das Albumin grüngelblich gefärbt und biegsam war. Die klar gebliebene Galle erlitt auch durch das Kochen keine sichtliche Metamorphose. Stückchen von rohem Pferdefleische sowohl als von gekochtem Rindfleische blieben selbst nach mehrtägiger Digestion mit filtrirter Rindsgalle scheinbar nicht wesentlich verkleinert. Sowohl ihre Muskelfasern als das verbindende Zellgewebe erschienen consistent und zähe. Die abfiltrirten Flüssigkeiten beider Mischungen gerannen bei dem Kochen nicht. Höchstens schien sich hierbei diejenige, welche auf das Pferdefleisch eingewirkt hatte, in geringem Grade zu trüben. Würfel von schweizer Kuhkäse wurden durch Digestion mit Galle bedeutend weicher, schienen vielleicht zum Theil etwas angefressen zu sein und hatten eine gelbgrünliche Färbung, während mit Wasser unter gleichen Verhältnissen behandelte Stückchen desselben Käse ihre gelbe Farbe, vorzüglich an den Rändern und später in ihrer ganzen Masse verloren und fast wie geronnenes Eiweiß aussahen. Mit angesäuerter Verdauungsflüssigkeit behandelte Käsewürfel dagegen waren sehr weich und an einzelnen Stellen deutlich angegriffen. Das Wasser, welches auf den Käse eingewirkt hatte und auf dessen Oberfläche viele Oeltropfen schwammen, wurde durch Essigsäure, welche auch das Filtrat der Verdauungsflüssigkeit nicht wesentlich veränderte, nicht getrübt. In der Galle erzeugte sich durch sie der gewöhnliche Niederschlag, ohne daß ich jedoch bestimmen konnte, ob er Proteinkörper enthielt oder nicht. Wurde der Käsestoff von gekochter Kuhmilch durch Essigsäure niedergeschlagen, das Ganze filtrirt, der auf dem Filtrum bleibende Rückstand ausgewaschen und das so erhaltene Casein mit Rindsgalle angerührt, so hatte sich unbedingt das Meiste nach vierstündiger Digestion im Warmen noch nicht aufgelöst. Die abfiltrirte Galle wurde durch Essigsäure nur schwach niedergeschlagen. 2) Die von mir gebrauchte Schweinsgalle erschien warm, wie sie von dem eben getödteten Thiere entnommen wurde, vollkommen klar, setzte aber, je kälter sie wurde, eine um so größere Menge einer schleimigten Substanz, welche durch Filtration getrennt werden mußte, ab. Man konnte sich jedoch die letztere Operation ersparen, weil sich schon alles selbst bei gelinder Erwärmung wiederum auflöste. Albuminwürfel, welche in dieser Galle 4 — 5 Stunden digerirt worden waren, zeigten noch deutliche scharfe Kanten. Die Flüssigkeit erschien trüb. Das vollkommen helle Filtrat blieb bei dem Kochen ganz klar. Wurde aus ihm durch Essigsäure alles ausgefällt, so erzeugte Eisenkaliumcyanid in dem fast farblosen Ueberreste keinen Niederschlag, sondern nur höchstens eine schwache Trübung, die sich dann erst langsam absetzte. Saure Verdauungsflüssigkeit dagegen, welche Eiweiß aufgelöst enthält, bildet sogleich mit Eisenkaliumcyanid ein reichliches Präcipitat. Wurde gekochtes Rindfleisch mit filtrirter Schweinsgalle in der Reibschale malarirt, das Ganze mit mehr Galle verdünnt und in der Wärme stundenlang digerirt, so blieb das Fleisch unaufgelöst und zeigte sich nur, wie es schien, etwas zäher und fester, als wenn derselbe Versuch mit unfiltrirter, aber von neuem erwärmter Galle angestellt wurde. Die endlich durch mehrfaches Filtriren der letzteren Mischung klar erhaltene Flüssigkeit veränderte sich bei dem Kochen nicht und wurde von Essigsäure in denselben gelben membranösen Stücken wie kalte filtrirte Schweinsgalle gefällt. Wurde der aus gekochter Kuhmilch mittelst Essigsäure niedergeschlagene Käsestoff mit frischer noch warmer Galle geschüttelt, so schien sich in einem Falle das Casein sogleich aufzulösen. Die Flüssigkeit wurde, nachdem sie 5 — 10 Minuten im Sandbade gestanden hatte, fast ganz hell und bildete ein beinahe bierfarbenes Fluidum. Minder glücklich jedoch fielen alle nachfolgenden Versuche mit filtrirter oder von neuem erwärmter Galle aus. Schüt-

telte man gefälltes Casein mit filtrirter Galle zusammen, so entstand nur eine unklare Mischung, die sich auch bei dem Kochen nicht aufhellte, bei Verdünnung mit sehr viel Wasser selbst nach 5tägigem ruhigen Stehen noch trüb blieb, auf der Oberfläche dann ein Häutchen darbot, nicht aber faulig roch. Ganz ähnlich verhielt sich eine Mengung desselben Casein mit einer Lösung von kohlensaurem Kali. Käsewürfel wurden in filtrirter Schweinsgalle nach 24stündiger Einwirkung, die zum Theil in der Digestionswärme Statt fand, weich und schmierig. Das weingelbe Filtrat blieb bei dem Kochen vollkommen klar. Durch Essigsäure entstand ein Niederschlag, der sich in mehr Säure vollständig wieder auflöste. Diese saure Solution wurde durch Eisenkaliumcyanid momentan nur getrübt und ergab dann nach 24stündigem Stehen ein schwaches Präcipitat. 3) Die sehr schleimige Galle eines 41jährigen kräftigen Mannes, der in Folge der Resection des Oberschenkelhalses gestorben war, enthielt auch nach dem Erwärmen eine solche Menge mechanisch beigemengten Schleimes, daß ich sie, um sie nur filtriren zu können, mit ungefähr dem gleichen Volumen Wasser verdünnen mußte. Das dunkel braungelbe klare Filtrat entließ, sobald ein mit Salzsäure befeuchteter Glasstöpfel darüber gehalten wurde, reichliche Salmiakdämpfe und führte also in Folge der Zersetzung des Bilin freies Ammoniak, reagirte jedoch sowohl auf geröthetes Lackmus-, als auf Curcumapapier kaum alkalisch. Wurde es mit geronnenem Froschblute vermischt, so erzeugte sich zuerst eine trübe Flüssigkeit, die sich jedoch, nachdem sie ungefähr ¼ Stunde im Kalten gestanden, in eine vollkommen klare bierfarbene Solution umwandelte. Unter dem Mikroskope erschien der größte Theil des Fluidum klar. Nur hin und wieder zeigten sich einzelne im Ganzen äußerst sparsame spindelförmige, röthlichgelbe Körperchen, die ein von einem hellen Hofe umgebenes Kerngebilde enthielten und bedeutend kleiner als die frischen Blutkörperchen waren. Ein Stückchen Placenta des Froschblutes dagegen erhielt sich selbst nach mehrstündiger Digestion im Warmen scheinbar unverändert oder blieb wenigstens in dem größten Theile seiner Substanz unangegriffen. Aehnliche Erfahrungen machte ich mit Albuminwürfeln, mit quadratischen Stückchen von Kuhkäse und mit Casein, welches durch Essigsäure aus der Milch gefällt und nachher ausgewaschen worden war.

Es scheint sich hieraus zu ergeben, daß die Galle zwar die Blutkörperchen des Frosches, vorzüglich zuerst deren Hüllentheile aufnimmt, dagegen irgend stärker geronnene Proteinkörper entweder gar nicht oder nur in sehr geringem Grade aufzulösen im Stande ist und in dem letzteren Falle vielleicht eher das Casein als das Fibrin und das Albumin angreift. Diese Eigenschaft verdankt sie vermuthlich dem Ammoniak, welches sich durch Zersetzung ihres Bilin entwickelt. Ob die frische und warme Schweinsgalle auf den gefällten Käsestoff stärker einwirke, bedarf meiner Ueberzeugung nach noch einer wiederholten Prüfung.

Die andere Annahme, daß die Galle die Kraft habe, das geronnene Fibrin in Eiweiß umzusetzen, muß, wie ich glaube, einer ähnlichen Einschränkung unterworfen werden. Scherer stützte sich zur Erhärtung jenes Satzes auf folgenden Versuch. Man vermengt reine Verdauungsflüssigkeit, welche gekochten Kleber oder gekochtes Muskelfleisch aufgelöst hat, mit frischer Kalbsgalle, füllt sie in ein ausgewaschenes Stück des Zwölffingerdarmes des Kalbes ein, bindet dieses an beiden Enden zu und hängt es in destillirtem Wasser auf. Es trübte sich dann die umgebende Flüssigkeit nach 10 Stunden und setzte Flocken von Eiweiß ab. Frisch zugefügtes Wasser nahm neue Mengen von Eiweiß auf. Auch durch Alkohol oder Sublimat entstanden Niederschläge. Es ließ sich schon theoretisch erwarten, daß ein nur mit destillirtem Wasser gefüllter Darm ähnliche Erscheinungen bedingen würde. Die Erfahrung bestätigte dieses auch vollkommen. Wurde ein Stück Dünndarm des Menschen innen und außen möglichst rein gewaschen, dann mit destillirtem Wasser gefüllt, an beiden Enden zugebunden und in destillirtes Wasser gelegt, so erschien die umgebende Flüssigkeit nach 12 — 24 Stunden intensiv gelb, trübte sich stark und gerann zum Theil durch das Kochen, wurde nach einem Zusatze von verdünntem Alkohol trüber und schlug sich mit salpetersaurem Quecksilberoxydul sehr reichlich nieder. Das etwas eingedampfte Fluidum fällte sich durch das Kochen sehr intensiv. Wurde es gänzlich verflüchtigt, so hinterließ es einen gelblich weißen ziemlich starken organischen Rückstand, welcher wiederum in Wasser löslich war. Entfernte ich das erste umgebende Wasser nach ungefähr 40stündiger Einwirkung und ersetzte es durch neues, so wurde dieses nach 24stündigem Stehen bei dem Kochen schwach getrübt. Nachdem es etwas

eingedampft worden, ließ es in der Siedhitze einen starken Niederschlag fallen und gab mit salpetersaurem Quecksilberoxydul ein reichliches flockiges Präcipitat.

Wenn nun aber auf diese Art jener oben angeführte Beweis für die Umsetzungskraft der Galle hinwegfällt, so läßt sich anderseits zeigen, daß die ganze hier in Betracht kommende Erscheinung, nämlich die Fähigkeit der aufgelösten Proteinkörper in der Siedhitze niedergeschlagen zu werden, nicht durch sie selbst, sondern durch die saure oder alkalische Beschaffenheit des Auflösungsfluidum bestimmt wird. Lassen wir sehr verdünnte Essigsäure 20 Stunden lang in der Digestionswärme auf gekochtes Rindfleisch einwirken und filtriren hierauf das Ganze, so bleibt die klare und farblose, natürlich stark sauer reagirende Flüssigkeit bei dem Kochen durchaus unverändert. Machen wir sie nun aber durch kohlensaures Kali schwach alkalisch, so wird sie schon während der Mischung etwas opalartig, trübt sich in der Siedhitze und setzt alsdann reichliche Eiweißflocken ab. Am Ende läßt sich auch schon dasselbe aus der bekannten Darstellung des Protein nur gewissermaßen aus den umgekehrten Verhältnissen entnehmen. Denn hier wird zuletzt die alkalische Lösung durch den Säurezusatz gefällt. Hat man sich die in sehr geringem Grade beigefügte mikrolytische Säure der Verdauungsflüssigkeit durch Auflösung von Proteinkörpern vollständig erschöpfen lassen, so erhält man oft ein Filtrat, welches durch Kochen getrübt oder sogar niedergeschlagen wird. Besitzt dagegen dieses noch eine saure Reaction oder säuert man die Mischung von neuem mikrolytisch an, so erhält sie sich in der Siedhitze vollkommen klar. Macht man sie abermals durch kohlensaures Kali mehr oder minder alkalisch, so tritt die in Essigsäure wiederum lösliche Trübung und Präcipitation bei dem Kochen unfehlbar ein. Der Erfolg ist, wie mich specielle Versuche belehrten, der gleiche, die Verdauungsflüssigkeit mag vorher die Substanz der Magenhaut oder Eiweißwürfel oder Fleisch oder Käse aufgelöst haben.

Um nun noch vollständiger zu zeigen, daß nicht etwa eine eigenthümliche Kraft der Galle, sondern die bloße Sättigung der freien Säure die Fällung der aufgelösten Proteinkörper durch Kochen bedingt, wurde das weingelbe, sauer reagirende Filtrat von Verdauungsflüssigkeit, welche Eiweiß aufgelöst hatte und vorher durch Salzsäure angesäuert gewesen war, mit Schweinsgalle vermengt. Es entstand natürlich ein Präcipitat, welches durch seine flockige Beschaffenheit und seine grünlichgelbe Farbe in hohem Grade an den Inhalt der dünnen Gedärme erinnerte. Die Mischung blieb 20 Stunden lang stehen und wurde dann filtrirt. Das so erhaltene weingelbe Fluidum, welches noch sauer, jedoch bedeutend schwächer als vor der Behandlung mit Galle reagirte, blieb bei dem Kochen vollkommen klar. Neutralisirte man es dagegen durch den Zusatz von einem oder wenigen Tropfen von kohlensaurem Kali, so trübte sich das Ganze schon im Kalten in geringem, und fällte sich bei dem Kochen in bedeutendem Maaße. Dieselben Resultate ergaben die gleichen Versuche, welche mit Verdauungsflüssigkeit, die Fleisch, und solcher, die Käse aufgelöst hatte, angestellt wurden, das Säuerungsprincip mochte hierbei Chlorwasserstoffsäure oder Essigsäure sein. Bei dem Fluidum, welches auf den Käse eingewirkt hatte, war das Filtrat der Gallemischung das eine Mal kaum merklich sauer und trübte sich auch schon ohne weiteren Alkalizusatz bei dem Kochen.

Aus diesen Thatsachen scheinen sich folgende Schlüsse entnehmen zu lassen. Sobald geronnenes Albumin oder Fibrin oder Casein in dem Magen aufgelöst wird, erhalten sie hierdurch schon an und für sich und gleichsam potentia die Eigenschaft, aus ihrer Lösung durch das Kochen, gleich dem flüssigen Eiweiße, flockig niedergeschlagen zu werden. Diese Umänderung ist keine Folge der Einwirkung des Pepsin, sondern nur der Thätigkeit der auflösenden Säure. Denn sie erscheint auch nach bloßer Auflösung des Faserstoffes und des Käsestoffes durch mikrolytische Säuremengen bei Unterstützung einer anhaltenden Digestionswärme. Daß in den meisten Arten von Wasserauszügen des Chymus jene Gerinnung der gelösten Proteinkörper nicht zu Stande kommt, liegt an der Existenz freier Säure. Entfernt man diese durch Alkalien oder fehlt sie, weil alle ungebundene Säure durch die Solution von coagulirten Proteinkörpern erschöpft worden, so tritt auch das Phänomen der Coagulation bei dem Kochen von selbst ein. Nun sehen wir, daß die Galle unter ihren Zersetzungsproducten freies Ammoniak liefert. Wie schnell diese ihre Veränderung eintritt, lehrt z. B. daß die noch warm filtrirte Galle eines eben geschlachteten Ochsen bei dem Darüberhalten eines mit Salzsäure befeuchteten Glasstöpsels Salmiakdämpfe entwickelte. Es leidet keinen Zweifel, daß ein theilweiser Umsatz das Bilin in Taurin, Ammoniak und andere Zersetzungsproducte im Darme Statt findet. Das

Ammoniak trägt dann zur Sättigung des Chymus bei. Es tritt daher jene Gewinnbarkeit der aufgelösten Proteinkörper, welche früher nur latent war, ungehindert auf. Ist aber die Galle, wie es bisweilen bei Leberleiden vorkommt, nicht schwach alkalisch oder neutral, sondern sauer, so geht ihr vielleicht auch diese Eigenschaft ab.

Da die über die künstliche Verdauung des angesäuerten Magensaftes 252
gemachten Versuche für den Proceß des Umsatzes und der Auflösung der stickstofflosen organischen Substanzen im Ganzen nur unvollkommene Aufschlüsse liefern, so ließe sich vielleicht erwarten, daß Experimente, welche in ähnlicher Weise mit Bauchspeichel, Galle und Darmsaft angestellt würden, zu befriedigenderen Ergebnissen führen werden. Bis jetzt hat jedoch die Erfahrung diese Voraussetzungen nur theilweise befriedigt. Wir haben gesehen, daß die künstliche Verdauungsflüssigkeit das Fett nicht auflöst, daß dieses vielmehr, wenn es zu fest ist, mehr oder minder unangegriffen bleibt, sonst dagegen in der Gestalt von Oeltropfen auf der Oberfläche der Mischung schwimmt. Selbst diejenigen fettigen Substanzen, welche in gebundenerem Zustande in den Speisen auf minder auffallende Weise enthalten sind, werden zum Theil frei und erscheinen in Tropfenform. Daß diese Fettmassen auch in den Dünndarm gelangen, lehrt der mikroskopische und chemische Nachweis des mehr oder minder reichlichen Fettes des Darmbreies des obersten Theiles des Zwölffingerdarmes. Es fragt sich nun, geht dieses Fett, sobald es flüssig ist, unmittelbar endosmotisch in Blut und Chylus über, oder wird es, ehe dieses geschieht, in Wasser und wässerigen Flüssigkeiten löslich gemacht? Schüttelt man Provenceröl mit filtrirter menschlicher Galle, so erzeugt sich eine gelbe Emulsion, welche den in dem Darmbrei bisweilen existirenden, mit Oeltropfen vermischten Substanzen äußerlich in hohem Grade ähnlich sieht. Allein bei ruhigem Stehen scheidet sich wiederum Alles nach seinem specifischen Gewichte ab, und das Oel schwimmt nach einigen Minuten obenauf. Die noch in ihrer Integrität befindliche Mischung entwickelt mit Salzsäure reichliche Salmiakdämpfe. Erwärmt man dieselbe im Sandbade, so tritt zwar auch die erwähnte durch die Schwere bedingte Sonderung ein. Allein das überstehende Oel ist gelblichweiß, sehr trüb, gleich einem gelblichen Seifenwasser und bleibt auch so nach dem Erkalten. Ob die Mixtur mit Salzsäure weniger Salmiakdämpfe als die zur Gegenprobe untersuchte reine Galle entwickelte, blieb unentschieden. Wurden der menschlichen künstlichen und mit Salzsäure mikrolytisch angesäuerten Verdauungsflüssigkeit Stückchen der Magenschleimhaut des Menschen mit Eiweiß oder gekochtem Rindfleische zur Verdauung in der Digestionswärme ungefähr einen Tag lang überlassen, schwammen dann zahlreiche Oeltropfen auf dem trüben Fluidum, filtrirte man das Ganze, entnahm hierauf von dem auf dem Filtrum bleibenden Fette, welches seine frühere gelbe Farbe und seine flüssige Consistenz verloren hatte und indeß weiß, halbfest und schmierig geworden war, einzelne Bruchstücke und versetzte sie mit filtrirter Menschengalle; so bildete sich eine sehr trübe gelbe Mischung, welche bei einer halbstündigen Erwärmung im Sandbade und dann auch nach dem Erkalten unklar blieb, allein im letzteren Falle grünlicher als vor dieser Operation erschien, mit

Salzsäure mäßige Salmiakdämpfe entwickelte und unter dem Mikroskope neben sehr seltenen größeren Oeltropfen äußerst zahlreiche kleine Fettkörperchen von verschiedener Größe, ganz wie wir sie so häufig an der Oberfläche der Darmzotten anhaftend und in dem Darmbrei zerstreut vorfinden, zeigte. Wurde endlich in filtrirte menschliche Galle ein Stückchen frischen Hammeltalges gelegt und einem mäßigen Wärmegrade 3½ Stunden lang ausgesetzt, so blieb es äußerlich unverändert, und die Galle erschien noch fast vollkommen klar. Im Sandbade dagegen schmolz eine Parthie des Oeles aus, schwamm zum Theil auf der Oberfläche und trübte anderseits die Galle in ähnlicher Art wie das aus der Verdauuungsflüssigkeit entnommene Fett. Hieraus folgt, daß 1) das flüssige Fett, welches durch die Thätigkeit des Magensaftes frei gemacht wird und in Form von Oeltropfen in den Dünndarm gelangt, schon durch die Mischung mit bloßer Galle unter Einwirkung der Wärme in solche kleine bleibende Fettkörperchen, wie wir an der Oberfläche der Darmzotten häufig antreffen, vertheilt und umgeändert werden kann. Daß der zähe Darmschleim diesen Erfolg noch befördere, läßt sich mit Recht vermuthen. 2) Schon das frische Oel oder Fett verbindet sich vielleicht unter dem Einfluß der Wärme mit dem durch die Zersetzung des Bilin frei werdenden Ammoniak zu einer löslichen oder mit der Galle und anderen Flüssigkeiten mischbaren und daher leichter resorptionsfähigen Seife. Bildet sich schon im Magen oder später aus Fett Buttersäure oder eine andere Fettsäure, so kann eine solche Vereinigung nur um so leichter hervorgehen. Allein, wie es scheint, bleibt, wenn man Oel oder Fett mit Galle selbst längere Zeit in mäßiger Wärme digerirt, ein Theil Ammoniak immer frei. 3) Talg, welches bei der Temperatur des Körpers noch nicht schmilzt, wird auch von der Galle nicht aufgenommen. Dagegen geschieht dieses bei schmierigen und selbst halbfesten Fetten.

253 Zum Theil negativ fielen die Versuche, welche ich in dieser Beziehung mit der Kartoffelstärke anstellte, aus. Mit destillirtem Wasser versetzte Kartoffelwürfel verändern sich nach 40stündiger Digestion bei 35° auf keine merkliche Weise. Das Wasser wurde mehr oder minder getrübt, weil viele Stärkemehlkörnchen, die sich noch durch Jod bläuten, austraten. Ob jedoch unter günstigeren Verhältnissen ein Umsatz in Milchsäure erfolge, müssen künftige Erfahrungen lehren. Fügte ich zu destillirtem Wasser, welches Kartoffelwürfel enthielt, zerschnittene Stückchen der menschlichen Bauchspeicheldrüse hinzu, so roch die trübe Flüssigkeit nach 18stündiger Digestion bei 35° sehr penetrant faulig und zeigte unter dem Mikroskope neben beigemengten Stärkemehlkörnern, sehr kleine Körnchen und parasitische Stäbchen. Die letzteren bildeten zum Theil, wie stärkere Vergrößerungen nachwiesen, Schimmelfäden, die in einzelnen Distanzen dunkle sporenähnliche Gebilde reihenweise enthielten, während auch neben ihnen solche isolirte Samen herumschwammen. Bei Vermischung des Fluidums mit Jodtinctur bildeten sich große flüssige blaue Tropfen. Alle festen Theile der übrigen Masse dagegen wurden nur braun gefärbt. In den Zellen der Kartoffelwürfel erschienen die Stärkemehlkörner unverändert und bläuten sich durch Jod.

Nach 40stündiger Digestion hatte die Fäulniß und die Trübung sehr zugenommen. Es zeigten sich neben den Stäbchen sehr viele kleine molecülartige Monaden. Außerdem bemerkte man viele, meist runde Körnerfragmente, von denen einzelne durch Jodtinctur blau, die meisten dagegen braun wurden. Die Amylonkörner, welche in den Zellen der noch scharfrandigen Kartoffelstücke enthalten waren, bläuten sich fast durchgehends. Kartoffeln, Wasser und menschliche Galle zeigten nach 18stündiger Einwirkung bei 35° eine klare gelbe Mutterflüssigkeit, welche nur am Boden eine geringe Menge eines flockigen Sedimentes hatte und an der Oberfläche ein schillerndes, Krystalle und Körnchen darbietendes Häutchen führte. Nach 40 Stunden waren die Kartoffelwürfel an ihrer Oberfläche erweicht. Ihre Zellen lockerten sich hier von einander. Das Stärkemehl erschien vielleicht in einzelnen vermindert, sonst aber unverändert und wurde durch Jod blau gefärbt. Eine Mischung, die aus Wasser, Kartoffeln, Pancreas, Galle, Schleimhautstückchen des menschlichen Zwölffingerdarmes und mikrolytisch zugesetzter Salzsäure bestand, zeigte nach 18stündiger Digestion bei 35° außer den wiederum erscheinenden Stäbchen, kleineren Körpern und mechanisch beigemengten Stärkemehlkörnern die Eigenthümlichkeit, daß nach Einwirkung von Jodtinctur blaue Tropfen erschienen. Wasser und mikrolytische Säure ließ unter gleichen Verhältnissen keine Veränderung der Amylonkörnchen eintreten.

Wie man sieht, erlauben diese Erfahrungen noch keine irgend bestimmenden Schlüsse. Höchstens deuten sie darauf hin, daß vielleicht die Pancreasflüssigkeit die Fähigkeit habe, die Stärke löslicher zu machen und bisweilen eine Umsetzung derselben einzuleiten. Galle dagegen läßt das Amylon wenigstens zu einem großen Theile unverändert und greift dafür eher die Cellolusa der Zellenwandungen, vielleicht eben durch ihr Ammoniak, jedoch ohne sehr bedeutende Intensität an. Die Umsetzung des Zuckers in Milchsäure oder in Alkohol und Essigsäure endlich, welche schon durch die Einwirkung des Magensaftes erfolgen kann, vermag wahrscheinlich durch die Thätigkeit des Darmsaftes noch fortgesetzt zu werden.

Die in neuerer Zeit mehrfach behandelte Frage, ob nicht durch gewisse uns noch nicht genauer bekannte Processe Stärkmehl und ähnliche stickstofflose Substanzen in Fett verwandelt werden können, wird in dem über die Ernährungserscheinungen handelnden Abschnitte ausführlicher besprochen werden. Wir müssen jedoch schon hier einen die Verdauungsthätigkeit specieller berührenden Punkt der Art kurz erwähnen. C. H. Schultz glaubt aus seinen Versuchen herleiten zu können, daß eine Veränderung der Art selbst in dem Darmbreie eintrete. Nach seinen Beobachtungen nämlich gab der Speisebrei aus der oberen Hälfte des Dünndarmes eines mit Hafer gefütterten Puters an Schwefeläther 3,75 % Fett, während der Inhalt des unteren Theiles des Dünndarmes nur 1,1 % Fett führte. Ein zweites Thier der Art zeigte in den Contentis der oberen Dünndarmhälfte 3,4 %, und eine mit Malz gefütterte Gans 4 % fettiger Substanzen [1]. Ich muß frei bekennen, daß mir diese Erfahrungen, auf welche der genannte Forscher seine Ansicht basirt, nicht vollkommen bindend erscheinen, weil der Hafer und das Malz noch

---

[1]) C. H. Schultz Ueber die Verjüngung des menschlichen Lebens und die Mittel und Wege zu ihrer Kultur. Nach physiologischen Untersuchungen in praktischer Anwendung dargestellt. Berlin. 1842. 8. S. 229.

Oel oder Fett enthalten und wir bei der Unbekanntschaft mit der Menge des eingenommenen Futters noch nicht wissen, wie viel Oel nur durch die Einwirkung der vorhergehenden Chymification frei geworden. Ueberdies kann auch das ganze Resultat dadurch erzeugt worden sein, daß eine reichliche Menge von Galle ergossen und später wiederum aufgesogen wurde. Fände ein solcher Umsatz des Amylon in Fett Statt, so müßte Sauerstoff frei werden. Dieser könnte dann dienen, einen Theil des aus dem Amylon gebildeten Zuckers und Gummis in Essigsäure überzuführen. Wir werden aber sehen, daß die Beschaffenheit der in dem Darme befindlichen Gasarten diese Vorstellung wenigstens nicht dierct und bestimmt unterstützt. Es dürfte daher vorläufig annehmbarer sein, daß ein schon innerhalb des Darmbreies erfolgender Umsatz der Art noch nicht erwiesen ist.

Die oben erwähnte Einwirkung der Galle auf die weichere Cellulosa der Vegetabilien scheint auch den Umstand zu erklären, daß, während die dichtere Holzfaser unverdaut durch den Darm hindurchgeht, die weicheren Zellenwandungen eher bei dem Verdauungsprocesse aufgelöst werden. Vielleicht bewirkt auch die freie Säure des Magensaftes schon eine vorbereitende Veränderung dieser vegetabilischen Substanz.

254 Nach diesen vorausgeschickten Thatsachen erscheinen uns manche Verhältnisse der Consistenz und der Färbung, die sich unmittelbar an dem Darmbreie wahrnehmen lassen, leicht erklärlich. Da das Flüssige der Chymusmassen von der Schleimhaut und vorzüglich von den Zotten des Zwölffingerdarmes und der dünnen Gedärme mehr oder minder aufgesogen wird, so gewinnt hierdurch der Darmbrei, je länger er in diesem Theile der Eingeweide verharrt, immer mehr an Dichtigkeit. Er wird wegen der Beimischung des Präcipitates der Galle und des Schleimes des Darmsaftes, sobald sein Wasserreichthum in bedeutenderem Grade abgenommen, zäher oder gelber oder gelbgrünlicher. Seine Farbenveränderung aber scheint nicht bloß durch die Beschaffenheit der Speisen und der denselben hinzugefügten Beimischungsflüssigkeiten, sondern auch durch die in dem Darme befindlichen Luftarten bedingt zu werden. Schlagen wir nämlich filtrirte, klare, bräunlichgelbe, selbst auf sensibleres Reactionspapier ohne deutliche Wirkung bleibende Galle durch Essigsäure nieder, so bildet sich ein gelber Niederschlag, der die Mischung lange sehr trüb und undurchsichtig erhält und genau dieselbe Farbe hat, wie sie der Inhalt der dünnen Gedärme, sobald nicht größere Massen von Darmbrei existiren, darbietet. In höherer Temperatur wird die Mischung nach einiger Zeit grüngelblich und präcipitirt sich in reichlichem Maße. Nach dem Stehen setzt sich, während die Flüssigkeit mehr gelblich und trüb bleibt, ein spangrüner Niederschlag ab. Läßt man sie 24 Stunden oder sogar 2 — 3 Tage an der Luft ruhig stehen, so wird sie häufig noch nicht klar, erscheint aber spangrün — eine Färbung, die, obgleich minder intensiv, doch ausnahmsweise hin und wieder an dem Inhalte der dünnen Gedärme gefunden wird. Nehmen wir an, daß diese Farbenveränderung durch die Einwirkung des Sauerstoffes der atmosphärischen Luft auf das Cholepyrrhin entsteht, so erklärt es sich, weshalb sie im Darme in der Regel mangelt, denn die hier befindlichen Gasarten führen, wie wir sehen werden, keinen freien Sauerstoff mehr.

255 Der Säuregehalt des Darmbreies tritt im Allgemeinen um so mehr zurück, je tiefer unten in den dünnen Gedärmen er sich befindet. Bei menschlichen Leichen z. B., welche wenig Darmbrei führen, reagirt die gelbliche Masse, welche der Schleimhaut des obersten Theiles der dünnen

Gedärme anhaftet, in der Regel äußerst schwach sauer. Allein selbst diese geringe Säuremenge nimmt weiter nach unten sehr deutlich ab und fehlt endlich wohl fast gänzlich. Natürlicher Weise werden auch diese Verhältnisse durch die Beschaffenheit der Nahrungsmittel bestimmt. Während bei dem Menschen Untersuchungen der Art noch gänzlich mangeln, so besitzen wir in dieser Hinsicht eine an Säugethieren angestellte ausführliche Beobachtungsreihe, welche von Tiedemann und Gmelin geliefert worden ist.

Bei Hunden, deren Dünndarm nach dem Tode in drei Portionen getheilt worden war, verschwand die freie Säure nach Fütterung mit Knochen oder mit gekochtem Reis und Kartoffeln in beiden unteren Darmabtheilungen gänzlich. In dem ersteren Falle nämlich wurde sie allmälig aufgebraucht, um die kohlensaure und basisch-phosphorsaure Kalkerde der Knochen aufzulösen. Bei einem andern Versuche mit Knochenfütterung des Hundes erhielt sich noch in den beiden ersten Stücken des Dünndarmes eine verhältnißmäßig starke saure Reaction. Sie verschwand selbst in der letzten Parthie nicht gänzlich. Eine schwächere nach unten sich stets vermindernde saure Beschaffenheit ergab sich nach Fütterung mit Käsematte, mit rohem oder gekochtem Rindfleische, mit dem letzteren und Semmel, mit flüssigem oder geronnenem Eiweiß, mit Kleber oder mit Milch. In noch bedeutenderem Maaße trat sie nach dem Genusse von Eiweiß und Semmel, von Leim, von Faserstoff oder von Amylon auf. Bei dem Rindfleische, dem Kleber, der Milch, dem Leime, der Fibrine und der Stärke fehlte sie in der dritten Abtheilung der dünnen Gedärme gänzlich. Am bedeutendsten wurde sie dagegen und erhielt sich auch so in dem ganzen Dünndarme nach der Verabreichung von Butter. Wahrscheinlich hatte sich hier Buttersäure in reichlichem Maße gebildet. Aehnliche Verhältnisse kamen auch bei Pflanzenfressern zum Vorschein. Bei einem mit gekochter Stärke gefütterten Pferde reagirte nur die erste Hälfte des Dünndarmes schwach sauer, bei einem mit Hafer versehenen Thiere der Art dagegen das ganze System der dünnen Gedärme. Zugleich fehlte das kohlensaure Natron, welches sonst bei nüchternen Pferden hier vorkommt. Bei einem mit Milch genährten Kalbe erhielt sich die saure Beschaffenheit in den beiden ersten Portionen der dünnen Gedärme und verminderte sich in der letzten auf eine deutliche Weise. Der Inhalt des Zwölffingerdarmes des Ochsen erschien stark sauer, der des Schafes dagegen zeigte nach Fütterung mit Stroh nur wenig freie Säure, während der bei weitem größte Theil der dünnen Gedärme im Gegentheil eine alkalische Reaction darbot und dessen Inhalt mit Säuren aufbrauste. Es rührte also die gefundene alkalische Beschaffenheit von gebildeten kohlensauren Alkalien her. Die freie Säure selbst war nicht sowohl Salzsäure als eine organische Säure, vorzüglich Essigsäure. Denn nach dem Einäschern des Filtrates des Dünndarminhaltes ergaben sich kohlensaure Alkalien, die sich bei der Existenz vieler freien Salzsäure nicht hätten bilden können[1]). Dasselbe scheint bei dem Menschen der Fall zu sein. Veraschte ich die gelbe, schleimige und zähe Masse,

[1]) Fr. Tiedemann und L. Gmelin die Verdauung. Bd. I. S. 349.

welche sich in dem fast vollkommen leeren mittleren Theile des Dünndarmes eines Mannes vorfand, so brauste die Asche unter Befeuchtung mit Salzsäure sehr stark auf und gab bedeutend viele kohlensaure Alkalien zu erkennen.

256 Die Eigenthümlichkeiten, welche der Darmbrei nach Verschiedenheit der genossenen Nahrungsmittel darbietet, sind einerseits nur auf unvollkommene Weise untersucht und wechseln anderseits nach den verschiedenen Intensitätsgraden, mit welchen der Verdauungsproceß einwirkt. Ist dieser z. B. in schwächerer Thätigkeit begriffen, so wird der Inhalt der dünnen Gedärme ein Quantum geronnener Proteinkörper, welche sonst schon im Magen gelöst werden, führen. Sie können dann sogar durch die dünnen Gedärme hindurchgehen und das Schicksal anderer nur theilweise angreifbarer Stoffe theilen. Da einerseits der Magensaft bloß allmälig aufgesogen wird und anderseits die Auflösung jener consolidirten Proteinsubstanzen wenigstens zum Theil in den dünnen Gedärmen fortzudauern vermag, so erklärt sich hieraus, weshalb mehrfach bedeutendere Eiweißmengen im gelösten Zustande in dem Darmbrei gefunden wurden. Eine geringe Quantität eines caseinähnlichen Stoffes, welcher nicht durch Kochen, wohl aber durch Essigsäure gefällt wird, ist schon im nüchternen Zustande nachweisbar und rührt angeblich von dem herabfließenden Speichel her. Räthselhafter dagegen bleibt eine eigenthümliche Verbindung, welche bei Hunden wie bei Pferden nach den verschiedensten Fütterungsarten beobachtet wurde. Sie bot die Eigenthümlichkeit dar, daß weder Säuren noch Salze dieselbe niederschlugen, daß Chlor und sehr selten auch Sublimat eine rosen- oder pfirsichblüthrothe Färbung hervorriefen (Tiedemann u. Gmelin). Vielleicht stammt sie ebenfalls von dem Bauchspeichel und bleibt daher selbst nach der Unterbindung des Gallenausführungsganges. Im Kothe ist sie nicht nachweisbar (Tiedemann u. Gmelin).

257 Mechanisch mehr oder minder fein vertheiltes Fett, welches sowohl von den Speisen als von der Galle, oder von diesen beiden Momenten zugleich herrühren kann, bildet einen beständigen Begleiter des Dünndarminhaltes. Eben so erscheinen in ihm, so lange nicht die Gallenabsonderung stockt, die Stoffe der Galle, und zwar theils aufgelöst, theils durch die Säuren niedergeschlagen. Das Ganze erhält daher eine gelbliche bis gelbgrüne Farbe, die sich nur bei Gelegenheit einer höheren Oxydation auffallend grüner zeigt. Daß nach dem Genusse von Stärke zum Theil noch vollständige Amylonkörner vorzüglich in der oberen Hälfte des Dünndarmes vorhanden sein können, ergiebt sich aus dem früher Gesagten von selbst. Ein Theil dagegen kann sich in lösliche Stärke oder Milchsäure oder in Zucker und Gummi oder mittelbar durch das Stadium der Zuckerbildung in Alkohol und Essigsäure umgesetzt haben.

258 Was endlich die feuerbeständigen Elemente betrifft, so sind die genauesten bis jetzt in dieser Hinsicht vorliegenden Untersuchungen nur an dem Dünndarminhalte eines vor dem Tode mit Hafer gefütterten Pferdes angestellt worden. Hier fand sich dann eine Asche, welche die phosphorsauren Verbindungen des Kalkes und der Alkalien und die kohlensauren

der letzteren in vorherrschender Menge enthielt. Die Chloralkaloide existirten in geringerer, die kohlensaure Kalkerde in noch unbedeutenderer und die schwefelsauren Alkalien in geringster Quantität (Tiedemann und Gmelin)[1]. Diese Resultate zeigen, daß durch den Verdauungsproceß wesentliche Veränderungen der feuerbeständigen Elemente des Hafers vor sich gehen. Dieser führt im Durchschnitte im lufttrockenen Zustande 3,13 % Asche. 100 Theile der letzteren enthalten 22,35 % basisch phosphorsaurer Kalkerde, 12,21 % phosphorsaure Magnesia, vielleicht mit kohlensaurer Talkerde vermischt, 3,77 % schwefelsauren Talk, 8,23 schwefelsaure und kohlensaure Alkalien nebst Chloralkaloiden und 53,44 % Kieselsäure. Können wir auch mit Recht annehmen, daß die letzteren in dem obigen Falle nicht nachgesucht worden, so bleibt doch vor Allem die vorherrschende Menge von kohlensauren Alkalien hier, wie im Darmsafte auffallend, und es fragt sich daher, ob nicht eine Bildung von kohlensauren Salzen der Art in dem Darme selbst in Folge des Umsatzes der Speisen und der dabei eintretenden Gährungsprocesse Statt findet.

Noch verdient endlich eine ältere (von Prout unternommene) ver- 259
gleichende Analyse des Inhaltes des Zwölffingerdarmes von zwei Hunden, von denen der eine mit Pflanzen-, der andere mit Fleischnahrung gefüttert worden, einer kurzen Erwähnung. Hierbei ergab sich nämlich:

Bestandtheile.	Pflanzennahrung.	Fleischnahrung.
Wasser	86,5	80,2
Chymus	6,0	15,0
Eiweiß	—	1,3
Gallenstoffe	1,6	1,5
Pflanzenkleber?	5,0	—
Salze	0,7	0,7
Unlöslicher Rückstand	0,2	0,3

So unvollständig diese Untersuchung auch ist, so kann man aus ihr, wie es scheint, wenigstens so viel entnehmen, daß der Darmbrei nach Fleischnahrung deshalb concentrirter war, weil hier schon durch den Magensaft viel aufgelöst worden, während die Verarbeitung eines größeren Theiles der Pflanzennahrung erst dem Systeme der dünnen und dem der dicken Gedärme anheim fällt. Wahrscheinlich erschien auch aus ähnlichen Gründen in letzterem Falle die Menge des hier sogenannten Chymus kleiner, während das Quantum angeblichen Pflanzenklebers das des Eiweißes bei Fleischnahrung übertraf.

So viel wir bis jetzt wissen, ist der bedeutendere Darmkanal der Pflanzenfresser, welcher z. B. bei dem Menschen im Durchschnitte nur 6 Mal, bei dem Schafe dagegen 28 Mal so lang als der Körper ist, nicht bloß auf eine innigere Extraction der geronne-

[1] Die Verdauung. Bd. I. S. 360.

nen Proteinkörper, sondern auch auf die vollkommenere Bewältigung der stickstofflosen Nahrungsmittel berechnet. Den Beweis hierfür liefert die stärkere Ausbildung des Dünndarmes, in welchem die geronnenen Proteinsubstanzen unangefochtener bleiben, während hier vorzüglich das Amylon die Hauptangriffe erleidet. Diese in neuerer Zeit auch von J. Liebig geäußerte Ansicht wird noch dadurch unterstützt, daß die Bauchspeicheldrüse, deren Absonderungsproduct, wie wir gesehen haben, auf die Stärke in eigenthümlicher Weise einwirkt, im Allgemeinen bei Pflanzenfressern größer als bei Fleischfressern erscheint. Ja bei den letzteren soll in dieser Hinsicht sogar eine Art von Erziehung Statt finden können. Denn eine mit vielen Vegetabilien gefütterte Katze soll auch ein größeres Pancreas darbieten (Daubenton).

260 Da die Natur im Magen wie im Dünndarme mit möglichst blanden Auflösungsmitteln möglichst große Wirkungen zu erzielen sucht, so ereignet es sich leicht, daß Nahrungsmittel, welche einen zu großen Widerstand leisten, noch ungelöst oder nur unvollkommen verflüssigt die dünnen Gedärme verlassen. Hierher gehören selbst bei gesunden Individuen die zu dicht geronnenen Proteinkörper, die festeren Hornsubstanzen, die bei der Temperatur des Organismus noch nicht schmelzenden Talgarten, die Holzfaser und ähnliche Substanzen. Da sich aber ebenfalls der mechanisch dem Darmbrei anhängende Schleim und die durch Essigsäure fällbaren Bestandtheile der Galle in dem Dünndarme nicht lösen, so werden auch sie mit den übrigen festen bis halbfesten Substanzen weiter befördert werden. Dagegen müssen die auflöslichen Theile der Nahrungsmittel, wie die flüssig gemachten Proteinkörper, die verseiften und vielleicht auch die reinen Fette, der Zucker, das Gummi, die lösliche Stärke, die Milchsäure, die Essigsäure und die essigsauren Salze u. s. w., der Resorption durch die Darmzotten verfallen. Dieses gilt auch von einem sehr großen Theile der Galle, aus welcher weniger als 1 % durch Säuren in fester Form ausgeschieden wird (J. Liebig). Das Uebrige dagegen bleibt flüssig und noch gelb gefärbt, vermischt sich mit dem Darmbrei und geht von da höchst wahrscheinlich mittelbar oder unmittelbar in das Blut zurück. Selbst aber aus dem Niederschlage wird noch weiter unten, besonders wenn die Reaction stärker alkalisch wird, z. B. bei dem Pferde, ein Theil wiederum verflüssigt. Eine Parthie des früher sogenannten Gallenharzes dagegen bleibt bei den Excrementen und wird mit diesen ausgeleert (Tiedemann und Gmelin).

261 Aus diesen Erscheinungen erklären sich mehrere mikroskopische Verhältnisse des Darmbreies. Nicht selten concentrirt er sich durch die Aufsaugung, welche er erleidet, in dem Grade, daß sich festere Körper, besonders Krystalle, von schwerer löslichen Salzen niederschlagen. Da die Galle durch ihre Zersetzung Ammoniak entbindet, so kann sich schon hier, wenn in dem Darmbrei phosphorsaure Bittererde vorhanden ist, phosphorsaure Ammoniak-Talkerde krystallinisch ausscheiden. Die galligte Färbung des Dünndarminhaltes selbst aber erscheint unter dreifachen Verhältnissen. Entweder nämlich zeigen sich einzelne Strecken wie durch einen gelben Farbestoff gleichmäßig getränkt. Wahrscheinlich bilden diese diejenigen Parthien, welche von dem flüssigen Theile der Galle noch durchdrungen werden. Oder man nimmt kleinere und größere gelbe Körperchen oder mehr braune bis dunkel-

braune Gebilde von ebenfalls sehr verschiedenem Volumen wahr. Schlägt man filtrirte Menschengalle durch etwas Essigsäure nieder, so zeigen sich in dem Präcipitate sehr zahlreiche kleine gelbe Körnchen, die sich häufig zu größeren Körperchen und bisweilen zu unregelmäßigen Massen, ganz wie wir sie im Darmbrei finden, zusammenfügen. Läßt man diese Mischung auf einem flachen Uhrgläschen im Sandbade zu einem großen Theile eindampfen, so erhält das Ganze eine dunklere grünlichere Färbung, zeigt schon dem freien Auge größere und kleinere dunklere Festgebilde und bietet unter dem Mikroskope theils noch grüngelbliche, theils braungrünliche bis braune, nur meist wegen des Tumultuarischen der künstlichen Verdampfung weniger fein als im Darmbrei vertheilte Massen dar. Nach dem Zusatze von etwas kohlensaurem Kali blieben viele unverändert, einzelne seltene aber wurden rund und scharf begrenzt. In dem trocknen Rückstande des mit Säure gefällten Gallefiltrats begegnet man innerhalb der gelbgrünlichen Hauptmasse sehr vielen dunkelbraunen Körpern, welche vollkommen die Färbung der dunkleren Arten des Menschenkothes besitzen. Die auf dem Filtrum zurückbleibende schleimige Substanz zeigt schon frisch nach dem Stehen viele einzelne, braunrothe Massen, die sich nach dem Zusatze von Essigsäure vervielfältigen und in bedeutenderem Maaße zusammenballen. Ueberdies bietet sie dann im Ganzen eine braungelbliche Farbe dar und enthält auch nach dem Verdampfen in dem trockenen Rückstande eine Vermischung vieler braunröthlicher Massen mit der gelbgrünen Grundsubstanz.

Obwohl es keinem Zweifel unterliegt, daß der Bauchspeichel und die 262
Galle für die Bereitung des Darmbreies von Einfluß sind, so bilden doch beide, wie sich schon theoretisch aus dem Vorhergehenden entnehmen läßt, keine so nothwendigen Requisite, daß ihr Mangel die Aufhebung des Verdauungsprocesses zur unausbleiblichen Folge hätte. Nach Entfernung des Pancreas zeigten Hunde eine größere Gefräßigkeit und entleerten trocknere Excremente. So viel ich aber weiß, fehlt noch ein bei Pflanzenfressern gemachter Versuch der Art, und die an dem Menschen beobachteten Fälle von pathologischer Zerstörung der Bauchspeicheldrüse geben auch keinen sicheren Aufschluß, ob dann die Assimilation des Amylon in beschränkterem Maaße vor sich gehe. Klarer sind schon die Verhältnisse des Mangels der Galle, weil in dieser Beziehung entschiedenere Versuche bei Thieren vorliegen und weil uns die Natur selbst bei höheren Graden von Gelbsucht gleichsam ein Experiment der Art an dem Menschen vorführt. Nach Unterbindung des gemeinschaftlichen Gallenganges erschienen die Dünndarmcontenta von Hunden häufig neutral und zeichneten sich durch eine geringere bis grauweiße Färbung und vorzüglich durch einen intensiveren Fäulnißgeruch aus. Im nüchternen Zustande war die Schleimhaut der dünnen Gedärme in der oberen Hälfte oft neutral, in der unteren dagegen sauer (Tiedemann und Gmelin)[1]. Gelbsüchtige entleeren ebenfalls grauweiß aussehende, thonähnliche Excremente, welche sehr übel

[1]) Fr. Tiedemann und L. Gmelin die Verdauung. Bd. II. S. 1—65.

riechen. Hieraus scheint zu folgen, daß die Galle die Fähigkeit habe, die faulige Zersetzung des Darmbreies und der Excrementmassen in gewissem Grade zu mäßigen. Die Magenverdauung findet bei Thieren mit unterbundenem gemeinschaftlichen Gallengange ungehindert Statt, so daß die Digestionsbeschwerden, welche so häufig bei Gelbsucht eintreten, mehr eine Folge des allgemeinen Leidens als des Mangels der Gallenabführung aus der Leber sind — eine Sache, die sich übrigens physiologisch betrachtet von selbst versteht.

Die bisherigen pathologischen Erfahrungen belehren uns noch auf keine genügende Weise über die Erscheinungen, welche die zu reichlich eAbsonderung des Bauchspeichels und der Galle zur Folge hat. Daß das bisweilen eintretende Erbrechen sehr wässeriger Flüssigkeiten vermehrter und in den Magen zurückgetretener Pancreassaft sei, ist kaum wahrscheinlich. Daß zu reichliche, in den Darm ergossene Galle diesen erodire und auf solche Art Geschwürsbildungen veranlasse, bleibt nicht minder problematisch. Bei rascherem Durchgange der Speisereste durch den Darm wird natürlich die Galle in geringerem Grade zersetzt und von neuem aufgesogen so wie weniger eingedichtet, so daß schon hierdurch ein Schein übermäßiger Gallenabsonderung entstehen kann.

Als eine mehr zufällige und variirende Eigenthümlichkeit des Darmbreies zeigt sich die Existenz von mikroskopischen organischen Wesen, welche dem Dünndarminhalte beigemischt sind oder auch zum Theil an der Schleimhaut selbst haften können. Wir wissen, daß die Schimmelbildung durch freie Säuren vorzugsweise begünstigt wird. Da sich nun häufig Gährungsprocesse innerhalb des Darmes einleiten, so können wir auch hier die dieselben begleitenden Gährungsschimmel erwarten. Sie sind auch in der That in neuerer Zeit beobachtet worden (Remak). Sie finden sich bisweilen bei dem Menschen wie bei den Thieren, ohne daß bis jetzt noch die Gesetze ihres Vorkommens hinreichend genau bekannt wären. So existirten sie z. B. in dem Inhalte der dünnen Gedärme eines mit Kohl gefütterten Kaninchens, fehlten dagegen in dem des Kalbes (E. Mitscherlich). Bisweilen, jedoch seltener bei dem Menschen als bei niederen Thieren, erscheinen auch in dem Dünndarminhalte einzelne verschiedenartige Infusorien.

263 Der Dünndarm führt fast immer neben seinen flüssigeren und festeren Substanzen eine größere oder geringere Menge von Gas. Schon die freie Säure des Darmsaftes soll bisweilen aus der Galle Bläschen von Kohlensäure entwickeln. Eben so soll dasselbe bei der Vermischung von sauer reagirendem Bauchspeichel mit Galle eintreten (Eberle). Man sieht aber leicht, daß die stets nicht unbedeutende Menge von Luft, welche in dem Dünndarme enthalten ist, unmöglich von solchen Quellen allein oder selbst nur zu einem sehr bedeutenden Theile herrühren kann. Näher liegt die Vermuthung, daß die Gährungserscheinungen und die anderen Zersetzungsprocesse der Nahrungsmittel die Existenz dieses Gases bedingen. Bei drei Hingerichteten, von denen die beiden ersten zwei Stunden vor ihrem Tode Brot, Käse und Rothwein, der dritte dagegen vier Stunden vor demselben Brot, Rindfleisch, Linsen und Rothwein verzehrt hatte, zeigte sich das Gas des Dünndarmes dem Volumen nach folgendermaßen zusammengesetzt (Magendie und Chevreul):

	I.	II.	III.
Kohlensäure	24,39.	40,00.	25,00.
Wasserstoff	55,53.	51,15.	8,40.
Stickstoff	20,08.	8,85.	66,60.
	100,00.	100,00.	100,00.

Um nun diese Ergebnisse möglichst zu durchschauen, müssen wir sie mit den Resultaten der chemischen Untersuchung der in dem Magen gefundenen Luftarten (§. 243) vergleichen und den entfernten Ursprung der letzteren aus der Atmosphäre voraussetzen. Schon im Magen zeigte sich viel weniger Sauerstoff als in der uns umgebenden Luft (= 20,815 Volumenprocente). Die Differenz betrug 9,815 %. Hier dagegen fehlt das Oxygen vollkommen. In dem Magen glich die Menge der Kohlensäure 14,00 %. Hier aber schwankte sie zwischen 24,39 und 40,00 %. Gesetzt nun, die zum Grunde gelegten 100 Volumina seien Liter, so werden, da 1 Liter Kohlensäure bei 760 Mm. Luftdruck und 0° C. 1,9805 Grm. wiegt (Berzelius und Dulong), abgesehen von den barometrischen und thermometrischen Correctionen, 24,39 bis 40 Liter Kohlensäure 48,304 Grm. bis 79,220 Grm. wiegen und dem Gewichte nach 32,202 Grm. bis 52,812 Grm. Sauerstoff enthalten. 100 Liter Atmosphäre aber führen dem Volumen nach 20,815 Liter Oxygen, und diese betragen, da 1 Liter bei 760 Mm. und 0° C. 1,4323 gleicht (Berzelius und Dulong), 29,472 Grm. Hieraus folgt von selbst, daß sowohl dem Gewichte als dem Volumen nach in dem Dünndarmgase mehr Sauerstoff an Kohlenstoff gebunden ist, als in freiem Zustande in dem gleichen Volumen Atmosphäre existirt. Nun ließe sich vielleicht annehmen, daß ein größeres Quantum von Luft als das Dünndarmgas selbst ausmacht, der Bildung desselben zum Grunde liege und daß der fehlende Sauerstoff auf diese Weise geliefert worden sei. Allein dann müßte der procentige Stickstoffgehalt der Luft der dünnen Gedärme vergrößert erscheinen. Wir finden aber gerade im Gegentheil, daß er geringer als in der Atmosphäre ausfällt. Es müssen daher hier andere Quellen der Sauerstoffzufuhr vorhanden sein. In dieser Beziehung stehen uns zwei Auswege zu Gebote. Wir betrachten nämlich entweder das arterielle Blut als einen Körper, welcher hierbei sein freies Oxygen abzugeben im Stande ist. Dann müßte er in gleichem Maaße als dieses geschieht und als dafür Kohlensäure aufgenommen wird, um so venöser werden. Man könnte dann die tief dunkele Beschaffenheit des Pfortaderblutes als eine Stütze für diese Ansicht anführen, und es würde auf diese Weise im Darme eine intensivere Desoxydation als in den übrigen Organen Statt finden. Ein Theil des in dem Schlagaderblute disponiblen Sauerstoffes würde von den gährenden Substanzen der Därme in gleichem Maße, als sie desselben bedürfen, an sich gerissen. Oder das nothwendige Oxygen wird durch die Zersetzung von Wasser geliefert. Für die größere Richtigkeit dieser Ansicht scheinen eher die Verhältnisse des Wasserstoffes zu sprechen. Wir haben in der ersten Analyse dem Volumen nach 55,53 %, in der zweiten 51,15 % und in der dritten 8,40 % Hy-

drogen. Denken wir uns, daß diese Wasserstoffmengen aus zersetztem Wasser stammen, so entsprechen sie 27,765, 25,575 und 4,20 % Sauerstoff. Der Oxygenüberschuß gegen den Sauerstoff der Atmosphäre beträgt aber in der ersten Analyse nur 3,575 Volumenprocente, in der zweiten 19,185 % und in der dritten 4,185 %. Es kann daher immer durch zersetztes Wasser die fehlende Sauerstoffmenge geliefert worden sein. Auf den ersten Blick ließ sich noch eine dritte Sauerstoffmenge denken. Man könnte nämlich annehmen, daß die Darmgase selbst, welche nur durch thierische Theile von der Atmosphäre abgeschlossen sind, mit dieser eine Wechselwirkung der Diffusion eingehen und für abgegebene Kohlensäure Sauerstoff aufnehmen. Allein daß etwas der Art nicht Statt finde, lehren die großen Werthe des Wasserstoffes auf das deutlichste. Die Dichtigkeit dieses Gases beträgt 0,0688, die des Stickgases 0,9757, die des Sauerstoffgases 1,1026 und die der Kohlensäure 1,5245. Wenn also eine Luftart durch Diffusion hervorträte, so müßte vor Allem Wasserstoff entweichen. Da dieses aber nicht geschieht, so wird hierdurch, was auch viele andere Thatsachen lehren, wiederum bewiesen, daß die Wandungen der Bauchhöhle hermetisch schließen. Auf dieselbe Art kann nicht, wie dieses in neuerer Zeit angenommen wurde, Stickgas aus dem Darme hervortreten. Die geringen Procente desselben rühren davon her, daß andere Producte, wie Kohlensäure und Wasserstoff, in größeren Mengen hinzugekommen sind.

Die Verhältnisse der Dünndarmgase bei krankhaften Zuständen bedürfen noch genauerer Untersuchungen. Daß sie häufig nach dem Genusse mancher Stoffe, wie nach dem von Schwefel, Schwefelalkalien, faulenden Substanzen u. dgl. Schwefelwasserstoff enthalten können, leidet keinen Zweifel. Kohlenwasserstoff, welches in den dicken Gedärmen im Normalzustande vorhanden ist, findet sich hier bei Krankheitsverhältnissen nach den Erfahrungen von Chevillot am seltensten [1].

264 In dem Blinddarme, dem Wurmfortsatze und dem Grimmdarme wird der Darmbrei allmälig zu Koth umgewandelt. Der Inhalt des Blinddarmes des Menschen variirt in hohem Grade. Bald besteht er in einem gelblichen bis grünen bis braungelblichen Brei, bald in Luft, bald in einer Mischung von beiden zugleich. Etwas Aehnliches gilt von dem Wurmfortsatze. In dem Grimmdarme aber wird der anfangs noch wie im Blinddarme beschaffene Inhalt zu wahrem Kothe umgeändert. Die mikroskopische Untersuchung des Blinddarmbreies zeigt bisweilen schon eine bedeutende Menge von Krystallen. Obgleich noch viele gelbe Massen in ihm vorkommen, so sind doch in der Regel die bräunlichen, welche schon schärfere Begrenzungen darbieten, in vermehrter Zahl wahrzunehmen. Ließ ich noch halbflüssigen gelben Blinddarmbrei des Menschen in einem Reagensglase 24 Stunden an der Luft stehen, so wurde er nicht nur bedeutend consistenter, sondern nahm auch eine mehr bräunliche und an einzelnen Stellen eine in's Bräunlichgrüne übergehende Farbe an. Er glich dann zum Theil dem Geruche, vorzüglich aber der Farbe nach weicheren Fäces.

---

[1] Berzelius Jahresbericht über die Fortschritte der physischen Wissenschaften. Uebersetzt von F. Wöhler. Jahrg. X. Tübingen. 1831. 8. S. 247.

Unter dem Mikroskope fielen verhältnißmäßig sehr große Krystalle in reichlicherem Maaße in die Augen. Die Grundmasse war etwas dunkler geworden, und in ihr erschienen zahreiche rundliche, längliche, rosettenartige und unregelmäßige Theile. Die Masse war kaum sauer oder bot diese Beschaffenheit in äußerst schwachem Maaße dar.

Die wohl ausgewaschene Schleimhaut des Blinddarmes des Menschen 265
reagirte, wenigstens bei den von mir vorgenommenen Prüfungen, so wenig sauer, daß es von gewöhnlichem Lakmuspapier nicht angezeigt wurde. Bisweilen giebt aber auch sensibleres Heidelbeerenpapier keine bestimmte Reaction an. Ja ich sah sogar Curcumapapier einen unmerklichen Stich in's Röthliche erhalten, so daß eher ein Minimum von freiem oder kohlensaurem Alkali hervortrat. Bei einer 41jährigen Frau, welche an dem aufsteigenden Grimmdarme eine große, durch die Bauchwandungen geöffnete Kothfistel hatte, zeigte sich die Beschaffenheit des Succus entericus immer alkalisch, die der Fäces dagegen stets sauer und nur selten neutral (Steinhäuser) [1]. An Thieren angestellte Untersuchungen deuten darauf hin, daß der Inhalt des Blinddarmes um so stärker sauer werde, je größere Mengen schwerverdaulicher Nahrungsmittel in ihm existiren, je mehr also von diesen noch unaufgelöst mit dem Darmbrei in das Cöcum übergegangen ist. Es würde dann hier ein ähnlicher Fall wie bei dem Magen eintreten. Die Absonderung hielte der Nothwendigkeit des Bedarfes mehr oder minder das Gleichgewicht. Hunde, welche mit geronnenem Eiweiß, mit Käse, Eiweiß und Semmel, mit rohem oder gekochtem Rindfleische, mit Knochen, gekochtem Stärkmehl, Reis oder Kartoffeln gefüttert worden waren, zeigten einen deutlich sauren Blinddarmbrei, während dieser nach der Fütterung mit flüssigem Eiweiß, mit Thierleim, Kleber und Milch oder mit reinen Knochen die Lakmustinctur nicht merklich afficirte. Bei dem Pferde ergab sich nach der Fütterung mit Hafer eine saurere Beschaffenheit als nach der mit Stärkmehl. Nur der Cöcalbrei eines Kalbes, welches Milch erhalten hatte, röthete die Lakmustinctur, während der eines mit Gras gefütterten Schafes alkalisch reagirte und mit Säuren aufbrauste (Tiedemann und Gmelin) [2].

Außer dieser bisweilen Statt findenden sauren Beschaffenheit des In- 266
haltes des Blinddarmes unterstützen mehrere später noch anzuführende Verhältnisse die von einzelnen Forschern vertheidigte Ansicht, daß hier eine ähnliche nochmalige Extraction der Speisereste wie im Magen vor sich gehe (Tiedemann und Gmelin, C. H. Schultz), und daß besonders im Cöcum wie in den dicken Gedärmen überhaupt ein widerholter Versuch der Auflösung der geronnenen, im Darmbrei enthaltenen Proteinkörper Statt finde. Dieses machte eine Reihe von künstlichen Verdauungsversuchen nothwendig. Da jedoch sowohl der Processus vermiformis als der aufsteigende Grimmdarm unmittelbare Fortsetzungen des Cöcum sind, so

---

[1]) C. O. Steinhäuser experimenta nonnulla de sensibilitate et functionibus intestini crassi. Lipsiae. 1841. 4. p. 20.

[2]) Fr. Tiedemann und L. Gmelin die Verdauung. Bd. I. S. 370.

wurde die Prüfung auch auf diese Theile des Nahrungsschlauches ausgedehnt. Zu diesem Zwecke wurden der Blinddarm, der Wurmfortsatz und der aufsteigende Grimmdarm der Leiche eines erwachsenen Mannes aufgeschnitten, mit destillirtem Wasser mehrfach ausgewaschen und 24 Stunden lang durch solches ausgezogen. Bei den dann folgenden Versuchen wurden stets mit geringeren Mengen von Salzsäure versetzte Mischungen angewandt und 24 St. einer Digestionswärme von ungefähr 40° ausgesetzt.

1) Säure und Wasser allein griffen gekochtes Rindfleisch dergestalt an, daß die Rand- und Flächentheile desselben zum Theil aufgelöst, zum Theil durchsichtiger waren. Zu einer vollständigen Solution kam es selbst nach mehrtägiger Digestion nicht. 2) Wurden nur Blinddarmschleimhaut und angesäuertes Wasser angewendet, so zeigte sich die erstere erweicht und offenbar angegriffen. Die Mischung hatte einen Stich in's Röthliche und führte auf ihrer Oberfläche einzelne Oeltropfen. Nach der Neutralisation mit kohlensaurem Kali wurde das Filtrat bei dem Kochen reichlich niedergeschlagen. Bei einem Ueberschusse des zugesetzten Salzes erfolgte jedoch das Präcipitat nicht. 3) Da vorzüglich die stärker consolidirten Proteinkörper, welche der Einwirkung des Magens und der dünnen Gedärme widerstehen, in dem Blinddarme einem abermaligen Auflösungsversuche unterworfen werden können, so wurden in angesäuertes, mit Blinddarmschleimhaut versehenes Wasser Eiweißwürfel, welche vorher 5 bis 6 Tage frei an der Luft gelegen hatten, gebracht. Die Mischung hatte wieder einen Stich in's Röthliche und führte auf gleiche Weise Oeltropfen auf ihrer Oberfläche. Die Schleimhaut selbst war verkleinert, aufgelockert und erweicht und erschien weit mehr aufgelöst als die Eiweißwürfel, welche erst später angegriffen wurden. 4) Rohes Pferdefleisch, welches mit der Blinddarmschleimhaut und dem angesäuerten Wasser digerirt worden war, löste sich größtentheils auf. Seine Ueberreste bildeten weiche, bei dem geringsten Drucke zerreißende, gallertige Massen. Die Mischung war bräunlich gelb, hatte Oeltropfen auf ihrer Oberfläche und entwickelte kaum einen stärkeren unangenehmen Geruch als da, wo bloße Cöcalschleimhaut und angesäuertes Wasser beisammen waren. 5) Gekochtes Rindfleisch auf die gleiche Art behandelt, wurde nebst einem Theile der Blinddarmschleimhaut in der gleichen Zeitdauer fast gänzlich aufgelöst. An der Oberfläche der schmutzig braungelblichen Mischung, welche einen unangenehmen Geruch darbot, schwammen viele Oeltropfen. 6) Gekochtes Rindfleisch, welches mit dem angesäuerten Wasser, der Blinddarmschleimhaut und durch Essigsäure gefällter, an der Luft grün gewordener Galle behandelt worden war, besaß eine größere Consistenz als in den beiden vorigen Fällen, war jedoch ebenfalls angegriffen. Die Mischung, welche sauer reagirte, hatte Oeltropfen an ihrer Oberfläche und entwickelte keinen stärkeren, sondern eher einen schwächeren Geruch als die vorigen. Dagegen zeigte sie das Auffallende, daß sie sich durch den Aufenthalt im Dunkeln während der Digestionszeit fast gänzlich entfärbte, am Lichte ziemlich rasch grünlich wurde und dann, von Neuem ins Dunkle gesetzt, weniger von ihrer Farbe zu verlieren schien. 7) Eine ganz ähnliche Flüssigkeit, bei welcher nur statt gefällter unfiltrirte

und daher trübe Menschengalle genommen worden, wurde selbst im Dunklen grün, zeigte das Fleisch und die Blinddarmschleimhaut etwas mehr als im vorigen Falle angegriffen, hatte zahreiche Oeltropfen an ihrer Oberfläche und entwickelte einen ziemlich unangenehmen Geruch. Ihre saure Reaction war eher schwächer als stärker, denn bei Nr. 6, und fehlte der oberflächlichen sie bedeckenden Oelschicht gänzlich. Durch Neutralisation mit kohlensaurem Kali wurde sie wieder grünlichgelb. 8) Gekochtes Rindfleisch, das in angesäuertem Wasser mit Stückchen des Wurmfortsatzes behandelt worden war, zeigte sich etwas schwächer angegriffen als das, welches unter gleichen Verhältnissen der Einwirkung der Blinddarmschleimhaut ausgesetzt worden. Sonst dagegen waren die übrigen Verhältnisse vollkommen die gleichen. Endlich 9) erschien gekochtes Rindfleisch, das unter analogen Umständen mit der Schleimhaut des Colon adscendens digerirt worden war, etwas weniger als das von Nr. 5 und etwas mehr als das von Nr. 8 aufgelöst.

Aus diesen Versuchen läßt sich so viel entnehmen, daß die freie Säure, 267
sobald sie in dem Blinddarme (dem Wurmfortsatze und dem Grimmdarme) vorhanden ist, in ihrer Wirksamkeit weder durch die Schleimhaut dieser Theile, noch durch die gefällte oder früher nicht gefällte oder von Neuem durch Wiederauflösung des Niederschlags klar gemachte Galle, sobald nur keine Neutralisation Statt findet, in ihrer Wirksamkeit irgendwie gehindert wird. Im Gegentheil scheint diese eher eine Begünstigung zu erfahren. Es können daher geronnene Proteinkörper, welche den Einwirkungen der früheren Theile des Nahrungsschlauches widerstanden haben, in den Anfangspartien der dicken Gedärme aufgelöst werden. Dieser Umstand aber beseitigt die Nothwendigkeit der Annahme (von C. H. Schultz), daß während der Dickdarmverdauung der Eingang von dem Dünndarme aus verschlossen sei, damit keine Galle herabfließe. Ohnedies führt der Blinddarmbrei immer Niederschlagsstoffe der Galle, sei es, daß die flüssigeren Theile dieses Absonderungsproductes schon früher wiederum aufgesogen worden sind oder nicht. Was die geronnenen Proteinsubstanzen betrifft, so werden sie in umgekehrtem Verhältnisse ihrer Consolidation angegriffen. Dieser Satz, welcher ebenfalls an die Verhältnisse des Magensaftes erinnert, findet auch für den Menschen, so weit hier die bisherigen Erfahrungen die Beurtheilung erlauben, seine Anwendung. Wurde bei jener oben erwähnten, an einer Kothfistel leidenden Frau Albumin und Eigelb von hart gekochten Eiern durch die äußere Oeffnung eingeschoben, so enthielten die Kothmassen kein geronnenes Eiweiß mehr, boten dagegen noch bisweilen verkleinerte Eigelbstückchen dar (Steinhäuser) [1].

Bildet nun aber der Anfangstheil der dicken Gedärme einen zweiten 268
Extractionsheerd für die stärker geronnenen Proteinkörper, so verdient seine Localität noch eine besondere Berücksichtigung. Da auf diese Weise ein Supplement der Magenverdauung hergestellt wird, so hätte die Natur,

---

[1]) **Steinhäuser a. a. O. p. 18.**

wie es auf den ersten Blick scheint, dasselbe erzielen können, wenn sie entweder die Kraft oder die Ausdehnung des Magens vergrößert und so eine vollkommene Ausziehung jener Massen bedingt hätte. Wir finden dieses aber bei keinem höheren Thiere. Zwischen dem Magen und dem neuen Verarbeitungsapparate der in stärkerem Maaße widerstehenden Proteinsubstanzen ist immer das System der dicken Gedärme eingeschoben. Der Zweck, welcher dieser Eigenthümlichkeit zum Grunde liegt, ist bei näherer Betrachtung leicht einzusehen. Schon in dem Magen beginnen Gährungsprocesse, welche sich in den dünnen Gedärmen weiter fortsetzen. Sie können unmöglich, selbst für die stärker geronnenen Proteinkörper, ohne allen Einfluß bleiben und müssen sie, sofern es überhaupt angeht, zu Umsetzungen und Auflösungen geneigter machen. Dasselbe Ziel wird dadurch erreicht werden, daß jene Verbindungen eine längere Zeit hindurch einer Digestionswärme von 37°,5 C. ausgesetzt bleiben. Hätte die Natur die Thätigkeit der Anfangsparthie der dicken Gedärme durch eine stärkere Magenbildung ersetzt, so wären jene beiden Nebenvortheile verloren gegangen. Vermöge derjenigen Einrichtung aber, welche wir in der That vorfinden, erzielt sie ungefähr dasselbe, was wir durch manche Processe der Kochkunst zu erreichen streben, d. h. sie macht viele consolidirteren Substanzen weicher und mürber. Hieraus folgt dann unmittelbar, daß die Einwirkung der Schleimhaut der genannten Theile auf dichtere Proteinsubstanzen im lebenden Menschen mehr noch, als sich dieses bei den gewöhnlichen künstlichen Verdauungsversuchen zu erkennen giebt, begünstigt wird.

Die Verhältnisse der Säugethiere unterstützen die eben erörterten Ansichten. Während die Fleischfresser eine schwächere Blinddarmformation besitzen und diese z. B. dem Bären gänzlich fehlt, erscheint sie bei den Pflanzenfressern immer groß und erreicht z. B. bei dem Kaninchen und noch mehr bei dem Pferde ein äußerst bedeutendes Volumen. Bei den Wiederkäuern, wo die complicirte Magenbildung in dieser Hinsicht so vieles leistet, wird das Cöcum etwas kleiner. Allein es rollt sich, damit auch in ihm die Massen länger verweilen müssen, z. B. bei dem Rinde, spiralig ein. In allen Fällen werden diejenigen Substanzen, welche in ihm eine Bewältigung erfahren sollen, durch die vorhergehenden Acte der Verdauung gleichsam aufgeschlossen und zu einer möglichst starken späteren Auflösung vorbereitet.

Da der Umfang des Cöcum bei verschiedenen Menschen in hohem Grade variirt, so bliebe es näher zu untersuchen, ob nicht nach Verschiedenheit der Nahrung eine Art Cultur des Blinddarmes Statt findet, und ob nicht Individuen, welche in vorherrschendem Maaße Pflanzennahrung genießen, allmälig in dieser Hinsicht einen Vorrang erhalten, und umgekehrt. Nach den Erfahrungen von C. H. Schultz zeichnen sich skrophulöse Kinder durch einen größeren Blinddarm aus.

Außer den genannten Thätigkeiten bilden noch das Cöcum und das
269 Colon die Gränze einer eigenthümlichen Reihe von Umsatzprocessen des Darmbreies. Hier nimmt nämlich die eigentlich faulige Zersetzung desselben, welche in den dünnen Gedärmen im Normalzustande fehlt, ihren Anfang. Die Beweise hierfür geben der Geruch und, wie wir sehen werden, die Gasarten, welche in dem Blinddarme und dem Dickdarme auftreten. Da aber der besondere Geruch des Kothes bei der gewöhnlichen Fäulnißzersetzung von Nahrungsmitteln nicht vorkommt, so muß entweder in den dicken Gedärmen eine charakteristische Metamorphose derselben ein-

treten, oder es wird die Wirkung durch einen Umsatz der den Ueberresten der Speisen selbst beigemischten, von den Thieren oder dem Menschen herrührenden Absonderungsproducte bedingt werden. Die letztere Auffassungsweise stellen mehrere Erscheinungen als die richtigere dar. 1) Nur nach ihr erklärt es sich, daß die Excremente und der Urin verschiedener, aber von derselben Nahrung lebender Thiere, wie z. B. des Hundes und der Katze, die mit Fleisch gefüttert worden, verschieden und eigenthümlich riechen. 2) Zeigt sich häufig eine gewisse Parallele zwischen dem Geruche des Kothes und des Harnes einerseits und des ganzen Thieres, und insbesondere des in die erste Fäulniß übergehenden Fleisches desselben anderseits. Der Körper eines getödteten Ochsen z. B., dessen Harn und Excremente nur wenig Geruch verbreiten, riecht auch fast gar nicht. Bei dem Kaninchen, dem Pferde, dem Hunde, der Katze, zeigt die Ausdünstung einen Geruch, der gewissermaßen nur der sehr geschwächte ihres Urines und des Kothes ist. Es wäre daher auch zu untersuchen, ob nicht die Verschiedenheit des Geruches, welche die Transspiration verschiedener Menschen verbreitet, eine geringere oder größere Differenz in dem Geruche des Kothes bedingt. Ein Hund erkennt wahrscheinlich die Excremente seines Herrn so gut wie jeden anderen Gegenstand, der durch die Ausdünstung desselben inficirt ist. Endlich 3) werden wir bald positive Versuche anzuführen Gelegenheit haben, welche jene Ansicht nicht nur unterstützen, sondern fast vollkommen außer Zweifel setzen.

Nach Eberle soll der Inhalt des unteren Theiles des Dünndarmes, in Blinddarmstücken eingeschlossen, eine dunklere Farbe annehmen und Schwefelwasserstoff entwickeln. Fleisch soll in dem todten Blinddarme stinkend und faulig werden. In letzterer Beziehung habe ich ebenfalls einige Versuche, welche zu folgenden Ergebnissen führten, angestellt. 1) Wickelte ich ein Stückchen gekochten Rindfleisches in ein Fragment der vorher ausgewaschenen Schleimhaut des Cöcum des Menschen, legte es dann auf ein flaches Abrauchschälchen, umgab es, um das Eintrocknen zu verhüten, von Außen mit etwas destillirtem Wasser und ließ es 20 Stunden lang in mäßiger Wärme digeriren, so war das Fleisch äußerlich nicht angegriffen, aber etwas blässer als früher, und hatte den Geruch der Cöcumschleimhaut, aber, wie deutlich schien, in intensiverem Grade angenommen. Die umgebende Flüssigkeit reagirte weder auf Lacmus-, noch auf Curcumapapier. 2) Wurde der Versuch nur mit dem Unterschiede, daß vorher zu der umgebenden Flüssigkeit ein Tropfen Salzsäure zugesetzt worden, vorgenommen, so schien der Geruch des freilich dabei etwas eingetrockneten Fleisches in geringem Maaße schwächer zu sein. 3) Wurde das Experiment in der Art, wie in Nro. 1 mit Käsestoff, der, durch Essigsäure aus gekochter Kuhmilch gefällt, auf dem Filtrum vollständig ausgewaschen und zu einer grauen bis graugelblichen hornigen Masse eingetrocknet worden war, angestellt, so zeigte sich das Casein an den Rändern etwas durchweicht und roch zwar intensiv, aber kaum fauliger als, wenn 4) zu der umgebenden Flüssigkeit Salzsäure in Minimo hinzugefügt worden. Das letztere blieb hier, wie bei Nro. 2, wenn selbst das ganze umgebende Fluidum verdampfte und zuletzt wegen zu großer Concentration der Chlorwasserstoffsäure eine violette bis röthliche Färbung des Rückstandes eintrat. Hieraus ergiebt sich, daß sich der schon der Cöcalschleimhaut sehr hartnäckig anhaftende Riechstoff, welcher zum Theil in den Excrementen wiederkehrt, sehr leicht organischen Substanzen mittheilt, sich vielleicht in ihnen durch Anhäufung gleichsam verdichtet und durch eine saure Beschaffenheit der Kothmassen und der Absonderungen nicht gänzlich aufgehoben wird.

Uebrigens scheint der intensive und specifische Kothgeruch nur durch eine allmälige fäulnißartige Umsetzung und vielleicht selbst erst mit Beihülfe des Wassers zu entstehen. Ließ ich gelblichen Blinddarmbrei des Menschen, der weniger stank und noch fast gar nicht den eigenthümlichen Excrementalgeruch hatte, drei Tage lang an der Luft stehen

und eintrocknen, so roch der feste Rückstand schwach, aber deutlich kothig. Wurde aber dann die braungelb bis braun gewordene Masse mit destillirtem Wasser übergossen und umgerührt, so entwickelte sie einen sehr durchdringenden und sich weit verbreitenden Kothgestank.

270 Die inneren chemischen Veränderungen des Blinddarmbreies sind fast noch gänzlich unbekannt. Das Filtrat des Cöcalinhaltes von Hunden, welche mit flüssigem Eiweiße oder mit Leim gefüttert worden, zeigte größere Mengen von Albumin. Dieses erschien bei Ernährung durch Käse oder Kleber in geringerer Quantität und fehlte bei dem Unterhalte durch Milch oder Knochen gänzlich. Ebenso fand es sich in reichlichem Maaße bei einem mit Hafer versehenen Pferde und einem mit Milch genährten Kalbe, existirte dagegen bei einem Pferde, welches gekochte Stärke erhalten hatte, in bloß sparsamem Verhältnisse. Eine durch Zinnchlorür fällbare organische Materie, die dem sogenannten Osmazom und dem Speichelstoffe verwandt war, erschien in den Filtraten des Cöcalinhaltes eines mit Käse genährten Hundes, eines mit gekochter Stärke gefütterten Pferdes und in dem von Schafen, welche Gras, Stroh und Hafer erhalten hatten. Häufig zeigte sich bei Pflanzenfressern wie bei Carnivoren ein Stoff, der sich durch Chlor, Salzsäure, Salpetersäure, Zinnchlorür, Sublimat, neutrales essigsaures Bleioxyd und durch salpetersaures Quecksilberoxydul röthete. Bei einem mit Butter und einem mit Rindfleisch und Brot ernährten Hunde enthielt der in Wasser unlösliche Rückstand Fett, bei einem Pferde, das Hafer bekommen hatte, ein grünlich braunes, bei einem mit Stroh erhaltenen Schafe ein braungrünes schmieriges Harz, bei einem mit Milch versehenen Kalbe endlich Cholestearin und wahrscheinlich Gallenharz und Gallenfarbestoff (Tiedemann und Gmelin)[1]. Zog ich den gelben, fast neutral reagirenden Blinddarmbrei eines Mannes, in welchem selbst unter dem Mikroskope keine beigemischten festen Substanzen erkannt zu werden vermochten, mit kaltem Wasser aus, so setzte das gelbliche, schwach alkalisch reagirende Filtrat, sobald es gekocht wurde, trotz seiner Verdünnung, ein verhältnißmäßig starkes, grauweißes, flockiges Eiweißpräcipitat ab. Nach 24stündigem Stehen zeigte es, nach Zusatz von Salzsäure, von Salpetersäure oder von salpetersaurem Quecksilberoxydul reichliche, schmutzig weiße bis röthlichweiße Niederschläge. Die klaren darüber stehenden Flüssigkeiten waren sämmtlich, die mit Salzsäure versetzten noch am wenigsten röthlich gefärbt. Kleesaures Ammoniak erzeugte ohne deutliche Farbenveränderung einen weißen Niederschlag von oxalsaurer Kalkerde. Die in der Asche des Blinddarmes des Schafes gefundenen Salze sind die kohlensauren, phosphorsauren, schwefelsauren und salzsauren des Natron und die kohlensauren und die phosphorsauren der Kalkerde. (Tiedemann und Gmelin).

271 An dem Blinddarme des oben (§. 263) bei Gelegenheit der Dünndarmgase mit Nr. III. bezeichneten hingerichteten Mannes fanden sich dem Volumen nach 22,50% Kohlensäure, 7,50% Wasserstoffgas, 12,50% Koh-

---

[1]) Fr. Tiedemann und L. Gmelin die Verdauung. Bd. I. S. 33.

lenwasserstoffgas und 67,50% Stickstoff (**Magendie** und **Chevreul**). Der Mangel freien Sauerstoffgases, welcher in diesem Luftgemenge Statt fand, bedarf nach dem, was schon in dieser Beziehung bei den Dünndarmgasen angeführt wurde, keiner ferneren Erläuterung. Die Quantitäten des Wasserstoffes und des Stickstoffes blieben fast die gleichen, wie in den dünnen Gedärmen. Denn diese führten 8,40 % Wasserstoff und 66,60 % Stickstoff. Hiernach war der erstere um 0,90% vermindert, der letztere dagegen um eben so viel vermehrt. Dagegen hatte die Kohlensäure, die im Dünndarme 25,00% betrug, um 12,15% abgenommen. Dieses Quantum war dann durch ein gleich großes Volumen Kohlenwasserstoff ersetzt worden. Das Auftreten der letzteren Gasart hat wenig Befremdendes. Denn sie kommt auch bei der Fäulniß unter Wasser befindlicher Substanzen, die ihren Bedarf an Sauerstoff z. Thl. von diesem entnehmen müssen, vor. Ein Theil des Kohlenstoffes der organischen Verbindungen vereinigt sich dann mit dem Hydrogen zu Kohlenwasserstoff. Auch hier braucht das arterielle Blut noch keinen Sauerstoff zu liefern.

In dem Grimmdarme und in dem Mastdarme werden die excrementi- 272
ellen Stoffe allmälig so umgesetzt, daß sie die Beschaffenheit der wahren Excremente, welche im Normalzustande davongehen, erhalten. Hierbei erleiden sie äußerlich genau dieselben Veränderungen, wie sie bei künstlicher Ueberführung des Blinddarmbreies in Koth durch Selbstentmischung (mit Beihülfe von Wasser) zu Stande kommen (§. 269.), d. h. sie werden dunkelgelb bis braungelb oder braun und nehmen einen immer stärkeren eigenthümlichen Kothgeruch an. Verweilen sie kürzere Zeit in dem Dickdarme, so erscheinen sie nur halbfest bis breiartig und meist heller gefärbt. Bleiben sie aber in ihm länger zurück, so verlieren sie allmälig immer mehr Wasser, werden consistenter bis härter, erhalten eine stets dunkler werdende Färbung, bilden einzelne feste Ballen und riechen dann meist weniger. Dieses Austrocknen der Faeces bei längerem Aufenthalte im Colon muß schon dadurch, daß sie sich in einer Digestionswärme von 37°, 5 C. aufhalten, von selbst eintreten. Anderseits findet aber auch noch hier, wie an anderen Stellen des Darmcanales, eine Aufsaugung des Flüssigen Statt. Wegen ihrer feuchten Umgebung und der Leichtigkeit, mit welcher sie Wasser aufnehmen, werden sie jedoch nie absolut trocken, ja nicht einmal ganz vollständig lufttrocken.

Die normalen halbfesten menschlichen Excremente enthalten im Durchschnitte 75% Wasser. Entleert daher z. B. ein Individuum im Mittel innerhalb 24 Stunden 5½ Unzen Koth, so werden auf diese Weise 660 Gr. fester Substanzen abgeführt. Die Umsetzung, welche die bräunliche Färbung und den Gestank erzeugt, kann sich unter Anwesenheit von mäßigen Wassermengen auch nach der Entleerung fernerhin an der Luft fortsetzen, so daß auch hier der eintrocknende Koth dunkler gefärbt und geruchloser wird, während der flüssigere immer fauliger riecht.

Diese eigenthümliche durch Farbe und Geruch deutlich werdenden Veränderungen gehören vorzugsweise der Galle, nicht aber den anderen faulenden organischen Substanzen der Excremente an. Denn faulendes Fleisch erhält weder die Kothfarbe noch trotz allen

Gestankes den wahren Excrementalgeruch, beides aber tritt bei Fäulniß der organischen Stoffe der Galle allerdings ein. Ließ ich z. B. die schleimige Masse, welche nach der Filtration der Menschengalle auf dem Filtrum zurückbleibt, 11 Tage lang im Warmen stehen, so trocknete sie zu einer Substanz, welche ganz wie mäßig dunkler Koth gefärbt war, zusammen, und stank vollkommen wie menschliche Excremente. Durch Befeuchtung mit Wasser nahm der Geruch nach einiger Zeit auffallend zu. Filtrirte Rindsgalle, die unter gleichen Verhältnissen 26 Tage lang gestanden, hierbei bierfarbig und trüb geworden war und eine grünlichgelbe Masse abgesetzt hatte, roch vollkommen nach Kuhmist. Wir sehen hieraus, daß die in Wasser faulende Galle die Farbe und den Geruch des Kothes in Folge ihrer Selbstentmischung annimmt. Die frische Galle dagegen entbindet theils schon im Kalten, theils im Warmen den bekannten moschusartigen Geruch, den man früher einem eigenen Stoffe zuzuschreiben geneigt war, der jedoch wahrscheinlich von einem Zersetzungsproducte derselben herrührt. Der Kuhmist hat, vorzüglich wenn er eintrocknet, noch denselben moschusähnlichen Geruch, der sich auch bei der eben erwähnten faulenden Rindsgalle zum Theil noch vorfand. Chlor oder viel Salzsäure beschränken den Geruch der unter Wasser verfaulten Galle eben so gut als den der Excremente. Mischte ich zu dem Filtrate der aus Blinddarmbrei künstlich gebildeten Kothmassen eine erhebliche Menge einer Auflösung von kohlensauerem Kali hinzu, so blieb zwar der Excrementalgeruch noch deutlich, erschien jedoch um vieles schwächer als früher. Vielleicht, daß daher aus diesem Grunde sehr saure Kothmassen, welche die Menge ihrer Säure schon durch ihre grünliche Färbung andeuten, so wie der an Salzen so reiche Koth der Pflanzenfresser im Ganzen weniger stinken als der des Menschen.

273 In den Excrementen finden sich in verschiedenen Fällen manche Stoffe, deren Erscheinen noch nicht hinreichend erklärt werden kann. Nach dem Genusse von Substanzen, welche viel Erdsalze enthalten, geht ein großer Theil derselben wiederum mit dem Kothe davon. Ein Hund, der Knochen gefressen, entleert Excremente, welche an phosphorsaurer Kalkerde sehr reich sind. Bei den Pflanzenfressern wie bei dem Menschen führt der Koth, wenn phosphorsaure Magnesia in den Speisen enthalten war, verhältnißmäßig viel phosphorsaure Ammoniak-Bittererde. Dieses Doppelsalz erscheint dann entweder in Form von Krystallen, schon innerhalb der Excremente abgelagert, oder es bildet sich, wie es scheint, erst secundär. Denn verdünnt man Excremente des Menschen mit Wasser und läßt das Filtrat in verkorkten Flaschen stehen, so bedeckt es sich mit einer Haut, welche viele Kryställchen von phosphorsaurer Ammoniak-Magnesia darbietet (Berzelius). Die Anfangs farblose Flüssigkeit wird an der Luft braun und erleidet mithin dieselbe Farbenveränderung, die auch bei den künstlichen Verdauungsversuchen mit Blinddarmschleimhaut eintrat (§. 266). Daß nach dem Genusse von unverdaulichen organischen Stoffen, z. B. der Holzfaser, dem Horne, Körper der Art in dem Kothe wiederkehren, versteht sich von selbst. Außerdem aber enthält er noch im ganz gesunden Zustande sehr geringe Mengen organischer Materien, welche nicht von den Umsetzungsproducten des Galleniederschlages herrühren, sondern trotz ihrer Löslichkeit und Assimilationsfähigkeit ausgestoßen werden. So zeigten z. B. die weder sauer noch alkalisch reagirenden Excremente eines Arbeiters nach dem Genusse von vielem groben hartgebackenen Brote nebst pflanzlichen und thierischen Nahrungsmitteln 0,9 % Galle, 0,9 % Albumin, 2,7 % eigenen in Wasser löslichen Extractivstoff, 1,2 % Salze und außerdem 7,0 % unlösliche Speisereste und 14,0 % im Darme hinzukommende Substanzen, wie Schleim, Residua der Galle u. s. w. (Berzelius). Nehmen wir nun

an, daß ein gesunder Mann, der täglich zu Stuhle geht, in 24 Stunden im Durchschnitte 5 Unzen Faeces entleert, so würden diese, wenn wir die angeführten Werthe zum Grunde legen und daher 73,3 % Wasser statuiren[1]), 1 Unze 2 Drachmen und 40,8 Gr. festen Stoff abführen. Von diesen betrügen die Galle 21,6 Gran, das Albumin eben so viel, der Extractivstoff 64,8 Gr., die Salze 28,8 Gr., die unaufgelösten Speisereste 168 Gr. und der Darmschleim nebst den Gallenresiduis 336 Gr. Zugleich erhellt hieraus, daß die beiden letzteren hinzutretenden Gemengtheile bei gesunder Verdauung beinahe $^4/_5$ der entleerten festen Substanzen ausmachen, während das Albumin und die unzersetzte oder nicht resorbirte Galle nur $^1/_{29}$ — $^1/_{30}$ derselben und $^1/_{111}$ des frischen Kothes betragen. Dieses zeugt von selbst für die Vollständigkeit der Assimilation der nahrhaften Substanzen während ihres Durchganges durch den Darmcanal. Der mit den Faeces täglich entleerte Kohlenstoff beträgt im Durchschnitt à 11,31 % (Liebig) bei 26,7 % festen Rückstandes und 5 Unzen Excrementen 72,48 Gr.

Die Veränderungen, welche der Koth nach Verschiedenheit der Nahrung, unter den differenten Verhältnissen des Alters und des Geschlechtes und in den mannigfachen Krankheiten darbietet, sind bis jetzt noch nicht hinreichend untersucht. Das Wenige, welches in dieser Beziehung genauer bekannt ist, reducirt sich im Wesentlichen auf folgende Punkte.

Die Excremente des Neugeborenen oder das Kindspech, denen eine vorherrschende Menge von Schleim, Epithelien und von niedergeschlagenen galligten Stoffen zum Grunde liegen, führten mechanisch beigemengte, unter dem Mikroskope kenntliche Cholestearinblättchen und lieferten in 100 Theilen festen Rückstandes 16 % Gallenfett, 34 % einer käsestoffähnlichen Materie, 20,40 % Umsetzungsproducte der Galle (?), 26 % Eiweiß, Schleim und Epithelialzellen und 3,60 % Verlust. Der gelbe sauer riechende Koth eines 6tägigen, mit Muttermilch ernährten Säuglinges dagegen zeigte bei 14 % Feuchtigkeit und Verlust 18 % coagulirtes Casein und Schleim und 68 % Gallenfarbestoff und Fett (F. Simon)[2]). Man sieht leicht, daß diese zum Theil unvollständigen und unter einander incommensurablen Analysen nur so viel lehren, daß ein Theil des Käsestoffes und des Fettes der Milch noch unverdaut mit den Excrementen des Säuglings abgegangen zu sein schien.

Bei hartnäckiger Verstopfung wird wahrscheinlich der Koth nur insofern, als er immer mehr Wasser verliert, verändert. Aus dieser Ursache wird er dann nicht nur härter, sondern auch dunkler, tief braun bis braunschwarz. Bei Diarrhö bildet zwar der größere Wassergehalt ein Begünstigungsmoment für eine raschere und intensivere Fäulniß der excrementiellen Stoffe. Allein anderseits können auch diese in Verhältniß zur Wassermenge nur gering erscheinen. Deshalb sehen wir, daß einerseits die Entleerungen, welche der Durchfall erzeugt, bisweilen sehr heftig riechen, während sie sich anderseits eben so häufig fast geruchlos zeigen.

Es ist nicht wahrscheinlich, daß die Excremente irgendwie, selbst bei krankhaften Zuständen, so viel freie Säure oder freies Alkali enthalten, daß hierdurch ihre Fäulniß unmöglich gemacht würde. Dagegen müssen die Variationen, welche die geringen Quantitäten ungebundener Säure in dieser Beziehung darbieten, hin und wieder Unterschiede hervorrufen. Denn sie können bei einer gewissen Größe die Zersetzung der Kothmassen verlangsamen und den üblen Geruch aufheben oder mildern. In den oben (§. 263) erwähnten Versuchen, bei welchen Hautstücke des Blinddarmes, des Wurmfortsatzes und

---

[1]) Ich habe mir erlaubt, die in Berzelius Lehrbuch der Chemie. Dritte Auflage. Bd. IX. S. 345 wahrscheinlich in Folge eines Druckfehlers angegebene Wasserzahl 75,3 auf 73,3 herabzusetzen, weil sonst bei der Summation aller Werthe der Analyse 102 herauskommen würde.

[2]) F. Simon Handbuch der angewandten medicinischen Chemie. Th. II. S. 488.

des aufsteigenden Grimmdarmes in Combination mit mikrolytischen Salzsäuremengen gebraucht wurden, rochen zwar die Mischungen von Anfang an schwach faulig und zum Theil kothig, weil diese Gerüche von den frischen Häuten der genannten Darmstücke selbst durch noch so oft wiederholtes Auswaschen nicht entfernt werden konnten. Allein der Geruch verstärkte sich nach 24stündiger Digestion im Warmen und 2tägigem Stehen im Kalten auf keine irgend merkliche Weise. Erst nach 5 Tagen hatte er sich, vorzüglich bei denjenigen Flüssigkeiten, welche noch Galle enthielten, in geringem Grade vermehrt. Ohne Säuren riechen solche Mischungen, besonders wenn sie sich im Warmen befinden, binnen kurzer Zeit penetrant faulig. Hieraus dürfte sich erklären, weshalb im Allgemeinen sehr saure Stuhlgänge weniger stinken. Ihre grüne Färbung liegt in der schon früher erwähnten Veränderung des Cholepyrrhin. Bisweilen ist hier die Menge der freien Säure so groß, daß die Umgebung des Afters nach und nach erodirt wird.

Die eigenthümlichen grünen Stuhlgänge, welche der Gebrauch des Calomel, vorzüglich bei Kindern, verursacht, entbehren ebenfalls häufig des penetranten Geruches und erscheinen bei ihrer Prüfung auf gleiche Art schwach sauer. 100 Theile festen Rückstandes derselben enthielten 10 % cholestearinhaltigen grünen Fettes, 24,30 % speichelstoffartige Materie, 21,40 % Umsetzungsproducte der Galle, 11 % alkoholischer Extract, 17,10 % Eiweiß, Schleim und Epithelialzellen und 12,90 % Salze (Fr. Simon). In wiefern hierbei, wie die practische Medicin annimmt, die Gallenstoffe vermehrt seien und in welcher Form das eingenommene Quecksilber wieder davongehe, ob sich vielleicht einerseits eine Chlor-Protein- und anderseits eine Quecksilber-Proteinverbindung erzeuge, bleibt künftigen Untersuchungen vorbehalten.

Bei dem Typhus sollen sich die Krystalle von phosphorsaurer Ammoniak-Magnesia in zahlreicherer Menge absetzen (Schönlein). Der flockige Niederschlag, welcher hier vorkommt, enthielt 32 % festen Rückstandes an Salzen, und von diesen betrugen die Erdphosphate allein 14,6 %. Die den Ausleerungen beigemischte Flüssigkeit wird bisweilen durch Salpetersäure rosenroth und führt viel kohlensaures Ammoniak und Eiweiß (F. Simon).

Auch in den bei der asiatischen Cholera vorkommenden reisbreiartigen Stuhlgängen stellt sich durch Salpetersäure eine rothe Färbung des Fluidum dar (Vogel, Wittstock) — eine Eigenschaft, die, wie wir gesehen haben, schon dem Filtrate des normalen Blinddarmbreies nur in geringerem Grade zukommt. Bei heftiger sporadischer Cholera einer Frau, wo die farblosen und trüben Entleerungen alkalisch reagirten und wahrscheinlich Schwefelammonium und kohlensaures Ammoniak enthielten, rötheten sich zwar die Flüssigkeiten von diesen durch Salpetersäure, wurden aber bei dem Erhitzen wieder farblos. Der Stuhl enthielt nur 2 % fester Materien und unter diesen 0,008 % Fett, 0,48 % Extracte, 0,0052 % Albumin und Schleim, 1,34 % Chlornatrium, milchsaures und essigsaures Natron und phosphorsaures Alkali und 0,06 % phosphorsauren Kalk und Talk (F. Simon)[1]. Daß endlich Beimischungen von Blut oder Eiter oder von beiden, wie sie bei der Ruhr, bei dem Typhus und anderen mit Darmverschwärung verbundenen Krankheiten vorkommen, die Excremente an Proteinkörpern reicher machen müssen, versteht sich von selbst.

274 Bei der Entmischung, welche in den excrementiellen Stoffen und den Excrementen Statt findet, können natürlich leicht kryptogamische Vegetabilien und Infusorien in ihnen auftreten. Bis jetzt liegen aber in dieser Beziehung noch keine genügend vollständigen, den Menschen betreffende Untersuchungen vor. In dem Dickdarminhalte der Wiederkäuer finden sich häufig Gährungspilze und andere Schimmelbildungen (Remack, E. Mitscherlich). Die früher in dem Darmschleime bei Diarrhö (von Leeuwenhoek) gesehenen Infusorien waren wahrscheinlich Vibrio Bacillus und eine Art von Bodo, wurden jedoch in neuerer Zeit vergeblich gesucht (Eh-

[1]) Fr. Simon a. a. O. Bd. II. S. 495. 96.

renberg)[1]. Auch Eingeweidewürmer und Schmarotzerthiere, welche in dem Darme des Menschen vorkommen sind, wie z. B. Spuhlwürmer, Madenwürmer, Bandwürmer, Acariden u. dgl. können leicht mit dem Stuhle davongehen.

Die in dem Dickdarme und dem Mastdarme enthaltenen Gase wurden 275
ebenfalls bei den drei Hingerichteten, welche die schon §. 256 angeführten Volumenprocente der Dünndarmgase darboten, untersucht (Magendie und Chevreul). Die folgenden Nummern beziehen sich auf dieselben Individuen, wie bei §. 256:

	I. Dickdarm.	II. Dickdarm.	III. Mastdarm.
Kohlensäure	43,50	70,00	42,86
Kohlenwasserstoff	5,47	11,60	11,18
Wasserstoff	» »		» »
Stickstoff	51,03	18,40	45,96
	100,00	100,00	100,00.

Bei Nr. I. und Nr. III. zeigten sich noch Spuren von Schwefelwasserstoff.

Diese Ergebnisse lassen sich, wenn wir das bei Gelegenheit der übrigen Gasarten des Darmes Gesagte berücksichtigen, zum Theil befriedigend erklären. Wir sehen zuvörderst, daß die Menge der Kohlensäure in den dicken Gedärmen auf constante Weise bedeutend zunimmt. Denn in dem Dünndarm betrug sie bei Nr. I. nur 24,39 %, bei Nr. II. 40,00 % und bei Nr. III. 25,00 %. Wir haben daher zu Gunsten der Dickdarmgase bei Nr. I. ein plus von 19,11 %, bei Nr. II. ein solches von 30,00 % und bei Nr. III. ein solches von 17,86 %. In dem Blinddarme von Nr. III. existirten nur 12,50 % Kohlensäure. Folglich kommen zu Gunsten des Mastdarmes 30,36 %. Diese stärkere Kohlensäureentwickelung hat unzweifelhaft in der fortgesetzten fauligen Zersetzung der excrementiellen Stoffe ihren Grund. Das Quantum des Kohlenwasserstoffes, welches in den dünnen Gedärmen überhaupt noch fehlte, ist stets ziemlich bedeutend und beträgt bei Nr. III. im Mastdarme 1,32 % weniger als im Blinddarme. Obgleich natürlich eine einzelne Untersuchung noch keine allgemeinere Gültigkeit haben kann, so scheint doch so viel mit einiger Wahrscheinlichkeit hervorzugehen, daß die Menge des Kohlenwasserstoffes in den dicken Gedärmen in keinem Verhältnisse mit der Kohlensäure zunimmt. Hiernach läßt sich vermuthen, daß der stets noch mehr Wasser führende Blinddarmbrei, gleich Substanzen, die unter vielem Wasser faulen und zu denen die Atmosphäre keinen hinreichenden Zutritt hat, ihren Kohlenwasserstoff, die schon minder wasserreichen excrementiellen Substanzen und Excremente dagegen, gleich Materien, die sich unter weniger Wasser oder an der Luft von selbst entmischen, ihre Kohlensäure entbinden. Die Mengen des Stickstoffes variiren auf eine noch nicht

[1]) C. G. Ehrenberg die Infusionsthierchen als vollkommene Organismen. Ein Blick in das tiefere organische Leben der Natur. Leipzig. 1838. fol. S. 331.

näher zu erklärende Weise. Bei Nr. I. und Nr. II. haben sie sich im Verhältniß zu dem Dünndarme mehr als verdoppelt. Denn der Ueberschuß des Nitrogens im Colon beträgt bei Nr. I. 30,95 %, bei Nr. II. 9,55 %. Bei Nr. III. dagegen finden wir umgekehrt im Mastdarme 20,64 % Stickstoff weniger, als in dem Dünndarm und 21,54 % weniger als in dem Blinddarm. Die Ursache des Erscheinens von Schwefelwasserstoff ist leicht einzusehen. Denn dieses Gas entsteht auch oft bei der Fäulniß außerhalb des lebenden Körpers, sobald die sich zersetzenden Substanzen selbst oder die neben ihnen befindlichen Stoffe Schwefel oder Schwefelmetalle, oder wenn sie bisweilen selbst nur schwefelsaure Salze enthalten.

Chevillot[1]) hat noch eine Reihe von Untersuchungen über die in dem Darmcanale von Leichen vorkommenden Gasarten geliefert. Hierbei ergaben sich im Magen 25,23 bis 57,80 % Kohlensäure, 8—13 % Sauerstoff, 63,5—66,3 % Stickstoff und eine Spur von Wasserstoff. Der Dünndarm enthielt 23,11 — 57,80 % Kohlensäure, 2 — 3 % Oxygen, 55 % Wasserstoff, 57,8 — 66,8 % Stickstoff und in seltenen Fällen noch angeblicher Weise eine Spur von Kohlenwasserstoff. Die dicken Gedärme führten 23,11 — 93 % Kohlensäure, 28 % Kohlenwasserstoff, 2—3 % Sauerstoff, 65,2—99 % Stickstoff und etwas Wasserstoffgas. Es versteht sich aber von selbst, daß die Luftarten, wie sie in den längere Zeit liegenden Leichnamen vorgefunden worden, keine ganz sicheren Rückschlüsse auf den lebenden Organismus erlauben, weil durch die Diffusion, vorzüglich mit den Gasen des Blutes, und durch die so leicht eintretende Fäulniß der Eingeweide wesentliche Veränderungen, besonders der relativen Mengen, eintreten können.

Mit dem Namen der Trommelsucht, Tympanitis, bezeichnet man eine übermäßige und krankhafte Anhäufung von Gasarten. Finden sich diese in dem Nahrungsschlauche selbst, so nennt man auch wohl die Krankheit eine innere, existiren sie in der Bauchhöhle, eine äußere Trommelsucht. Die Beschaffenheit dieser Luft ist bei dem Menschen noch nicht näher studirt worden. Bei dem Rinde, bei welchem ein Leiden der Art nach dem Genusse von vielem, in hohem Grade zur Gährung geneigten Futter häufig vorkommt, enthielt es in zwei Fällen 20—60 % Kohlensäure und 40—80 % Kohlenwasserstoff (Pflüger). Bei einer dritten Prüfung ergaben sich neben 27 % Kohlensäure und 48 % Kohlenwasserstoff 25 % atmosphärische Luft (Vogel), bei einer vierten endlich sollen außer 5 % Kohlensäure, 15 % Kohlenwasserstoff und 5 % Atmosphäre 80 % Schwefelwasserstoff in ihm enthalten gewesen sein (Lameyran und Frémy)[1]).

276 Die als Blähungen abgehenden Darmgase können wahrscheinlich ebenfalls Kohlensäure, Kohlenwasserstoff, Wasserstoff, Stickstoff und Schwefelwasserstoff führen. Ob sie auch je Phosphorwasserstoff und besonders Kohlenoxydgas oder noch andere Gasarten darbieten, bedarf noch erneuerter Untersuchungen. Ihr unangenehmer Geruch oder ihr Mangel an demselben hängt wahrscheinlich von der Beschaffenheit der in dem Dickdarme und dem Mastdarme enthaltenen Stoffe und der Intensität und der Dauer, während welcher jene Gase mit ihnen in Berührung standen, ab. Ihr Riechstoff hängt sich dann leicht an organische Substanzen hartnäckig an, so daß Kleidungsstücke, die von Blähungen imprägnirt worden, auch sehr lange die Spuren davon beibehalten. Bei schlechter Verdauung, nach dem Genusse von groben Nahrungsmitteln und unter ähnlichen Verhältnissen wird der Geruch penetranter. Auch weichen in dieser Beziehung die einzelnen Personen in hohem Grade von einander ab. Individuen, die zu medicini-

---

[1]) K. W. Stark allgemeine Pathologie. Abth. II. Leipzig. 1838. S. 863.

[2]) J. Liebig die organische Chemie in ihrer Anwendung auf Physiologie u. Pathologie. Zweite Auflage. Braunschweig. 1843. 8. S. 284.

schem Gebrauche Schwefel oder Schwefelmetalle, z. B. Schwefelleber, genommen, oder Gesunde, die schwerer verdauliche, schwefelreiche Speisen, z. B. hartgesottene Eier, genossen haben, entbinden Blähungen mit mehr oder minder intensivem Geruche nach Schwefelwasserstoffgas. Ob der Knoblauchgeruch, den manche Flatus darbieten, von Phosphorwasserstoffgas herrühre, ist nicht bekannt.

Einsaugung.

Mit dem Namen der Einsaugung, der Aufsaugung, der Ab- 277
sorption oder der Resorption bezeichnet man den Uebergang von Stoffen in die Ernährungsfluida unseres Körpers, d. h. in die alle unsere Organe durchtränkende Feuchtigkeit, in den Chylus, die Lymphe und das Blut. Bei größerer Beschränkung der Begriffe nennt man den Proceß, durch welchen die flüssigen Nahrungsmittel oder die durch den Verdauungsproceß aufgelösten Materien der Speisen und andere in den Darm eingebrachten Stoffe in Blut und Chylus übergeführt werden, den der Einsaugung, denjenigen dagegen, durch welchen von der äußeren Hautoberfläche oder von anderen freien inneren Flächen mit Ausnahme der des Darmcanales oder von sonstigen inneren Theilen aus Substanzen in Lymphe und Blut übertreten, den der Aufsaugung. Haben sich Körper, wie Fett, Blut, Ausschwitzungen u. dgl. an einer Stelle des Organismus abgelagert und verschwinden sie späterhin, so bezeichnet man den Hergang, durch welchen dieses geschieht, mit dem Namen der Resorption.

Da der Chylus, die Lymphe und das Blut in organischen Röhren, 278
nämlich in den Milchsaft-, den Lymph- und den Blutgefäßen eingeschlossen sind, so muß der Eintritt von Flüssigkeiten in jene Mischungen unseres Körpers auf endosmotischem Wege erfolgen. Der unmittelbare Durchgang von festen Substanzen dagegen, welche bei ihrer größtmöglichen Verkleinerung noch ein bedeutenderes Volumen als die Poren der Gefäßhäute haben, ist unter diesen Verhältnissen von vorn herein unmöglich gemacht. Nach dem gegenwärtigen Standpunkte unseres Wissens aber erklären die Gesetze der Endosmose und der Exosmose nur einen Theil der bei der Einsaugung auftretenden Phänomene, so daß wir manche Punkte eben nur als Thatsachen und ohne genügende Angabe ihrer entfernteren Ursachen anzuführen oder, was dasselbe sagen will, als Folgen der vitalen Erscheinungen anzusehen genöthigt sind.

Die Fälle, in welchen scheinbar mikroskopische Körperchen durch die Gefäßwandungen hindurchdringen, zeigen bei näherer Prüfung entweder Verhältnisse, welche auf Zerreißung der Gewebe hindeuten, oder andere Momente, welche eben kein Durchtreten durch festere Gebilde beweisen. Bindet man ein Stück Darm des Schafes an einem Ende zu und spritzt in dasselbe Milch so lange ein, bis es strotzend voll wird, so sieht man bald, daß sich die Milchgefäße mit Milch füllen. Bei fortgesetzter Injection rückt diese in jenen sichtlich fort (Joh. Müller) [1]. Schon Müller vermuthet mit Recht, daß hier eine

---

[1]) Joh. Müller Handbuch der Physiologie des Menschen. Für Vorlesungen. Bd. I. Dritte Aufl. Coblenz. 1837. 8. S. 262. Vierte Aufl. 1841. S. 207.

Zerreißung der Lymphgefäße Statt gefunden, obgleich immer noch unerklärt bleibt, aus welchen Gründen die Milch gerade in die Chylusgefäße eintrat. An dem Darme des Menschen wollte mir der gleiche Versuch nicht gelingen. Die Darmhaut, vorzüglich die Schleimmembran, berstete eher, als daß die Milchgefäße irgend wie voll wurden. Füllte ich ein durch zwei Ligaturen abgeschlossenes Darmstück mit Milch möglichst an und ließ es mit ausgebreitetem Gekröse und von einem feuchten Tuche bedeckt ruhig liegen, so wurde es schon nach 18 Stunden, wahrscheinlich durch Verdunstung, schlaffer. Nach 47 Stunden waren die Chylusgefäße noch nicht gefüllt. Die Milch selbst erschien größtentheils durch die Säuren des Darmsaftes geronnen. Ob vielleicht eine alkalische oder neutrale Beschaffenheit des letzteren glücklichere Resultate geliefert haben würde, steht dahin. In den Darmzotten konnte ich unter dem Mikroskope keine deutlichen Milchstreifen unterscheiden.

Daß übrigens die Milchkörperchen nicht ohne Zerreißung durch das Gewebe der Darmschleimhaut hindurchtreten, lehrte folgender Versuch. Filtrirte ich Milch durch chemisches Filtrirpapier, welches als einfaches Filtrum eine mit frisch niedergeschlagenem kleesauren Kalke versehene und gekochte Flüssigkeit klar ablaufen ließ, so ging bei einer Höhe der Flüssigkeitssäule von ungefähr 14 Mm. die Milch mit ihren Milchkörperchen hindurch. Wurde dagegen eine 139 Mm. lange Glasröhre mit der abgewaschenen Dünndarmhaut des Menschen fest verbunden, vollständig mit derselben Milch gefüllt und frei aufgehängt, so trat, trotz des beinahe 10 Mal stärkeren Druckes, welcher die thierische Membran mit einer starken nach unten gerichteten Convexität hervortrieb, selbst nicht ein Minimum Milch hervor. Nach 4½, ja sogar nach 96 Stunden hatte sich an der freien Oberfläche der Darmhaut nur ein Tropfen einer gelbröthlichen hellen und klaren Flüssigkeit, die bei der mikroskopischen Untersuchung auch nicht Ein Milchkörperchen zeigte, angesammelt. Hieraus erhellt, daß, wenn auch das vergleichungsweise gebrauchte Filtrirpapier, das zu den besseren gehörte, 10 Mal vorzüglicher gewesen wäre, es in dieser Beziehung wahrscheinlich noch nicht die Dünndarmschleimhaut des Menschen an Güte erreicht haben würde. Gesetzt aber, dieses fände selbst nicht Statt, so lehrt eine genauere Betrachtung, daß jener Versuch auf die normalen Verhältnisse keine Anwendung finden kann. Die Milch coagulirt durch den sauren Magensaft und gelangt schon so nicht in rein flüssigem Zustande in die dünnen Gedärme. Da die Milchkörperchen, welche übrigens von dem gerinnenden Käsestoffe größtentheils aufgefangen werden, von zarten eiweißartigen Hüllen eingeschlossen sind, und sonst nur als Inhalt eine ölige Fettsubstanz führen, so läßt sich vermuthen, daß die ersteren auch bald aufgelöst und das Fett frei werde. Die Natur käme daher nach dem Genusse von Milch gar nicht in den Fall, die Milch als solche im unveränderten Zustande aufzusaugen. Ueberdies fehlte der gewaltsame Druck, der selbst nicht durch die peristaltische Bewegung des Nahrungscanales und die Mitwirkung der Bauchmuskeln ersetzt zu werden vermöchte.

Die in manchen krankhaften Zuständen beobachtete Anwesenheit von Eiterkörperchen in den Lymphgefäßen und den Venen hat die Vorstellung, daß der Eiter als solcher mit seinen festeren Theilchen resorbirt werde, veranlaßt. Die genauere Kenntniß der Verhältnisse der Endosmose und der Natur und Größe der Eiterkörperchen führte zwar dahin, daß man sich für die meisten hierher gehörenden Krankheitsverhältnisse geneigt zeigte, jene Hypothese aufzugeben. Allein häufig behält man sie selbst noch gegenwärtig für die Fälle, in welchen z. B. nach Amputationen und nach anderen größeren chirurgischen Eingriffen bedeutendere Venen durchschnitten worden, bei und glaubt, daß bei profuser Suppuration von den durchschnittenen Blutaderöffnungen aus Eiter mechanisch eingezogen, mit dem kreisenden Blute vermischt, so nach anderen Organen geführt werden könne und hier, z. B. in den Lungen, Stockung, Entzündung und Eiterung, sogenannte Lobularabscesse errege. Vorzüglich stützt man sich darauf, daß die unmittelbare Einspritzung von Eiter in das Blut dieselben Folgen bedinge. Allein eine genauere Betrachtung zeigt, daß diese Ansicht selbst für die genannten Fälle gar nicht oder nur in sehr beschränktem Maaße vertheidigt werden kann. Ist eine durchschnittene Vene z. B. bis zur Einmündungsstelle des nächsten Nebenastes oder bis zu deren Nähe durch einen Blutpfropf verschlossen, so wird ein unmittelbares Eindringen des Eiters schon hierdurch unmöglich gemacht. Bleibt sie dagegegen offen, so muß das Blut durch sie peripherisch herausfließen, weil der von dem Herzen aus durch die Arterien und die Capillaren auf die Blutadern sich fortpflanzende Druck an der Einmündungsstelle des Nebenzweiges

allseitig wirkt. Ist weniger Blut vorhanden, so wird die Vene in gleichem Maaße zusammenfallen. Nur wenn ihre Wandungen zu starr sind, könnte durch äußeren Druck, z. B. des Verbandes, Eiter in sie hineingeschoben und so mit dem Blute vermischt werden. Da aber Verknöcherungen der Venenwandungen so äußerst selten vorkommen, so träte dieser Fall wahrscheinlich nur dann ein, wenn ein Anwachsen der Venenwände Statt gefunden hätte. Entweder würde aber alsdann bei jedem Verbande eine Blutung entstehen, oder es müßte der Eiter oder dieser mit geronnenem Blute vermischt einen Pfropf, welcher allmälig an seinem Ende von dem kreisenden Blute abgespült würde, bilden. Da in den Lymphgefäßen keine Druckkraft gleich der, welche von dem Herzen aus auf das Blut wirkt, existirt, so wäre bei ihrer Verletzung, vorausgesetzt, daß sie nicht zusammenfallen, eine unmittelbare Einsaugung von Eiterkörperchen eher denkbar. Allein da ein solches Offenbleiben der Gefäße gewiß nur sehr selten erscheint und eine Resorption der schlechten Eiterflüssigkeit ebenfalls Entzündung und Eiterungen an den Venenwandungen erzeugen und so eine Vermischung des Blutes mit Eiterkörperchen bedingen kann, so erklärt sich das Vorkommen von Eiter im Blute, von Lobularabsceßen in den Lungen und von anderen localen Eiterungen ungezwungener, wenn man auf eine den gewöhnlichen Aufsaugungserscheinungen entsprechende Weise kein unmittelbares Eindringen von Eiter mit Eiterkörperchen durch die Oeffnungen verletzter, ihre Flüssigkeiten centripetal nach dem Herzen leitender Gefäße annimmt.

Da die menschliche Darmschleimhaut für die gegenseitige Einwirkung 279 einer Lösung von Eisenkaliumcyanür von 1,138 spec. Gew. und einer solchen von Eisenchlorid von 1,122 spec. Gew. eine endosmotische Durchgangsgeschwindigkeit von ungefähr 27''' für 1 Minute ergab (§. 55), so folgt hieraus von selbst, daß sich tropfbar flüssige Substanzen, welche sich in dem Nahrungscanale befinden, in äußerst kurzer Zeit mit dem B l u t e und dem C h y l u s in Wechselwirkung setzen müssen. Trinken wir z. B. Quellwasser, welches 0,05 % festen Rückstandes und 99,95 % Wasser enthält, so wird sogleich im Magen, da das Blut 73 % bis 84 % Wasser und 27 % bis 16 % feste Stoffe führt (D e n i s), eine große Menge Wassers in dieses eintreten, und es muß dafür ein Quantum dichter Substanzen an das Trinkwasser abgegeben werden. Befänden sich beide Flüssigkeiten in Ruhe, so würde diese Strömung bis zum gegenseitigen Gleichgewichte fortdauern. Da aber das Blut in Bewegung ist, da folglich jeden Augenblick ein bestimmter Theil des Trinkwassers mit anderen noch nicht durch dasselbe verdünnten Theilen Blutes in mittelbare Berührung kommt, so wird hierdurch der Eintritt des Wassers nur noch befördert werden. Ist die Menge des auf diese Art in das Blut gelangenden Fluidums so bedeutend, daß der Wassergehalt der gesammten Blutmasse hierdurch erheblich steigt, so wird sich diese ihres überflüssigen Wassers möglichst bald zu entledigen suchen. Vorzüglich geschieht dieses durch die Hautausdünstung, die Lungenausdünstung und insbesondere durch die Harnabsonderung, so daß sich mehr Urin in der Harnblase ansammelt. Berücksichtigen wir nun aber einerseits die nothwendige Schnelligkeit der Resorption des Trinkwassers und wissen wir anderseits, daß die Gesammtmenge des Blutes in weniger als einer Minute durch den Körper kreist, so erklärt sich die bekannte Thatsache, daß wir nach dem Trinken sogleich uriniren müssen, schon vollkommen, ohne daß man irgend zu der unbewiesenen Hypothese sogenannter geheimer Harnwege, welche die Alten statuirten, d. h. zu unmittelbaren Ableitungscanälen aus dem Magen nach den Harnorganen

seine Zuflucht zu nehmen braucht. Dasselbe gilt natürlich von allen Getränken, wie Wein, Bier, Kaffee, Thee, so wie von allen Stoffen, welche durch das Trinkwasser und den Speichel leicht verflüssigt werden.

280 Die Resorption der im Magen und Dünndarm aufgelösten Substanzen erfolgt auf ähnliche Weise. Da nämlich der Magensaft 98—99 % Wasser enthält, so dürfte er durch die Aufnahme von Stoffen, die unmittelbar in ihm löslich sind, oder durch den Empfang von geronnenen Proteinkörpern kaum je dichter als das Blut werden. Denn bis dieses zu Stande kommt, ist die Wechselwirkung mit dem Blute längst erfolgt. Die nachfolgende Absonderung des Magensaftes trägt aber zur Unterhaltung des Verdünnungszustandes das Ihrige ebenfalls bei. Es muß also auf diese Art beständig ein Theil des Aufgelösten in das Blut strömen. Es wird daher sogar die größte oder eine sehr bedeutende Menge Magensaft mit seinen Auflösungsstoffen schon vom Magen aus resorbirt werden. Das Concentrirtere, welches etwa übrig bliebe und in den Dünndarm gelangt, würde durch die Galle und den Bauchspeichel verdünnt und dann bald ebenfalls aus ähnlichen Gründen der Aufsaugung anheimfallen. Eben so müssen Stoffe, welche erst im Dünndarme vollkommen löslich gemacht werden, bei ihrer Durchtränkung mit Darmsaft, Galle und Bauchspeichel, abgesehen von ihrem eigenen Wasser, für den Resorptionsproceß in den dünnen Gedärmen tauglich werden. Im Blind- und Dickdarme aber wird diese Thätigkeit schon wegen der größeren Concentration der einzusaugenden Lösungen langsamer erfolgen. Da jedoch selbst die Excremente noch 75 % Wasser führen, so können auch sie noch, wie man leicht sieht, bei längerem Anfenthalte im Colon und Mastdarm dem Blute Stoffe abtreten.

281 So leicht aber der Proceß der Einsaugung des Wassers und der in diesem aufgelösten Materien einzusehen ist, so dunkel erscheint noch in mehrfacher Hinsicht die Aufnahme des Fettes. Die Darmschleimhaut ist nämlich deshalb für Wasser und wässerige Lösungen so leicht permeabel, weil sie mit Ernährungsflüssigkeit, d. h. mit einem eiweißhaltigen Fluidum durchtränkt ist. Allein eben dieses Verhältnisses wegen wird sie zugleich, wie auch künstliche Versuche vollkommen bestätigen, für Oele undurchdringlich. Hiernach müssen entweder bei der Aufsaugung des flüssigen Fettes Anziehungskräfte oder Unterstützungsmittel, welche wir noch nicht kennen, auftreten, oder das Fett geht nur im verflüssigten Zustande, z. B. als verseiftes Fett, als eine in Wasser lösliche Verbindung in unsere Säfte über.

Daß Fett als solches endosmotisch nicht durchgehe, deuten folgende Versuche an. 1) Schüttelte ich Oel mit dem Dünndarminhalte eines Mannes zu einer Emulsion zusammen und setzte in diese ein durch Darmschleimhaut des Menschen verschlossenes, mit destillirtem Wasser gefülltes Röhrchen, so blieb dieses selbst nach 3 Mal 24 Stunden noch vollkommen klar, hinterließ nach dem Verdampfen kein Fett und wurde durch einen Zusatz von Salzsäure nicht niedergeschlagen. 2) Wurde das vorige Experiment auf die gleiche Art, nur mit dem Unterschiede wiederholt, daß man in das (innere) Röhrchen statt destillirten Wassers eine sehr schwache Auflösung von kohlensaurem Kali einfüllte, so blieb der Erfolg durchaus der gleiche. Nach einem Zusatze von Salzsäure entwickelte sich Kohlensäure. Es entstand aber kein Niederschlag. 3) Dasselbe Resultat ergab sich, wenn ich eine aus

5 Theilen Eiweißlösung und 1 Theil Oel zusammengeschüttelte Emulsion als äußere, destillirtes Wasser als innere Flüssigkeit gebrauchte. 4) Wurde als äußeres Fluidum mit Oel versetzte und geschüttelte Milch, als inneres dieselbe Milch angewandt, so blieb diese unverändert. Mit wenig Oel zusammengeschüttelte Milch bildet zwar anfangs eine Emulsion, die von gewöhnlicher Milch dem äußeren Ansehen nach kaum zu unterscheiden ist, setzt aber bei dem Stehen binnen kurzer Zeit Oel an der Oberfläche ab. 5) Wurde die Milch mit viel Essigsäure vermischt, so blieb die innere Flüssigkeit, welche Wasser oder eine wässerige Eiweißlösung war, vollkommen klar. 6) Wurde endlich als inneres Fluidum eine Eiweißsolution, als äußeres eine Emulsion von derselben Eiweißlösung mit Oel der gegenseitigen Einwirkung ausgesetzt, so erhielt sich die erstere unverändert. Durch Salzsäure entstand in ihr ein reichlicher flockiger Niederschlag, der bei dem Verbrennen auf dem Platinbleche einen eigenthümlich, sonst bei der Eiweiß-Salzsäure nicht vorkommenden Geruch entwickelte, ohne daß ich mich jedoch der Anwesenheit einer Fettsäure vergewisserte. Aus diesen Erfahrungen, bei welchen die Endosmose 4 Tage lang dauerte, erhellt jedenfalls so viel, daß das Fett in Form von Oeltropfen nicht durchgeht. Dieses Resultat bleibt das gleiche, wenn die Darmschleimhaut an der einen Seite ganz von Oel, an der anderen gänzlich von Wasser, Eiweißlösung oder Milch umgeben wird, so daß die Durchdringung der thierischen Membran durch wässerige Substanzen über die durch Fett das Uebergewicht gewinnt. Das Oel wird in jedem Falle zurückgewiesen.

Sobald die Lösungen endosmotisch in die Darmschleimhaut eindringen, 282
müssen sie auf gleich Art und oft sogar noch mit größerer Intensität nicht bloß von dem Blute, sondern auch von dem Inhalt der Chylusgefäße angezogen werden. Da z. B. die in dem Milchbrustgange gefundene Flüssigkeit des Pferdes 91,83 bis 96,77 %, die des Hundes 91,53 bis 95,03 %, die des Schafes 96,62 % Wasser führt (Tiedemann und Gmelin) [1]) und aus Gründen, welche wir in der Folge kennen lernen werden, das Fluidum in den Lymphgefäßen der Darmzotten eher wasserreicher als wasserärmer ist, so wird es sich zu dem in den benachbaren Capillaren strömenden Blute wie eine schwächere zu einer concentrirteren Lösung verhalten. Trinken wir z. B. Wasser, welches 0,05 % festen Rückstandes führt, so wird dieses als eine verdünntere Auflösung schon vom Chylus, noch begieriger aber vom Blute, als der concentrirteren Flüssigkeit, angezogen werden. Je wässeriger das Blut wird, um so geringer wird dann der Gegensatz der Dichtigkeit des Blutes und des Chylus sein, und um so mehr wird die sonst immer bestehende Wechselwirkung zwischen Blut und Milchsaft beschränkt werden. Daher gehen auch das Trinkwasser und alle Getränke reichlicher in das Blut als in den Chylus. Gesetzt aber, der Magensaft habe Fleisch oder einen anderen Proteinkörper aufgelöst, so wird leicht, vorzüglich indem die flüssigeren Portionen stets resorbirt werden und rascher fortgehen, die Solution concentrirter werden können. In einem solchen Falle aber muß sie von dem Milchsafte, als der dünneren Flüssigkeit, stärker als von dem Blute angezogen werden. Dieses ist der Grund, weshalb manche der genossenen Nahrungssubstanzen und vorzüglich diejenigen, welche sich in dem Magensafte langsamer lösen, eher in den Chylus als in das Blut übertreten. Zu gleicher Zeit erlaubt aber dieses Verhältniß noch eine andere Folgerung. Auch bei nüchternen

[1]) Fr. Tiedemann und L. Gmelin die Verdauung. Bd. II. S. 68—75.

Thieren nämlich sind die Milchgefäße nie ganz leer, sondern enthalten eine geringe Quantität von Flüssigkeit. Dieses kann nicht anders sein, wenn man bedenkt, daß die Chylusgefäße in den Darmzotten und auch sonst in der Nähe der Blutgefäße liegen und daß, wenn nur eine sehr geringe Menge von Chylus in ihnen zurückbleibt, dieser aus dem concentrirteren Blute neue Stoffe anziehen muß. Hieraus erklärt sich auch, weshalb der Milchsaft von hungernden Individuen immer noch eiweißhaltig ist, dagegen wenig oder gar kein freies Fett führt und daher nicht weißlich, emulsionsartig aussieht, sondern blaß, durchsichtig und gelblich, wie verdünntes Blutwasser, erscheint. Eben so ergiebt sich aus diesem Grundverhältnisse der Verschiedenartigkeit der Concentration, warum dann die Milchgefäße nur mäßig, nach dem reichlichen Genusse von Nahrung dagegen strotzend gefüllt werden.

283 Da die Chylusgefäße in den Milchbrustgang einmünden und dieser in die Verbindungsstelle der Vena jugularis interna sinistra mit der Vena subclavia sinistra übergeht, so könnte es räthselhaft erscheinen, weshalb die Natur überhaupt die Chylusgefäße schafft, um erst durch sie einen Saft, der doch bald wieder mit dem Blute vermischt wird, zu bereiten. Scheinbar vermochte die bloße Einsaugung durch das Blut denselben Zweck und zwar auf noch kürzerem und unmittelbarerem Wege zu erfüllen. Allein bei genauerer Betrachtung ergeben sich bald zwei Gründe, welche die Existenz der Chylusgefäße hinreichend erklären. 1) Gesetzt, die aufgelösten nahrhaften Stoffe wären einzig und allein durch die Venen der Darmschleimhaut aufgesogen worden, so hätte das mit ihnen geschwängerte Blut durch die Pfortader und die Leber strömen müssen. Hierbei wäre aber die Gallenabsonderung, die wahrscheinlich nur vorzugsweise aus verbrauchterem Blute entstehen kann, gestört worden. Die Einrichtung der Chylusgefäße aber schneidet den frisch aufgelösten nahrhaften Materien den Weg durch die Leber vorläufig ab. 2) Bilden die Chylusgefäße selbst eine Art Reinigungsorgan für das Blut. Dieses letztere nämlich, dessen Zusammensetzung und vorzüglich dessen Gehalt an bestimmten organischen Bestandtheilen für jedes Organ, durch welches es geht, genau berechnet ist, würde sehr leicht, wenn alle aufgelösten Elemente der Speisen in dasselbe unmittelbar überträten, eine zu variable Beschaffenheit annehmen und so seine regelmäßige und constante Einwirkung auf die übrigen Functionen, vorzüglich auf die der Ernährung und der Absonderung häufig verlieren. Der Chylus nimmt die Elemente der Nahrungsmittel vorläufig auf. In ihm werden sie bei ihrem ferneren Verlaufe durch die Milchsaftgefäße der Mischung des Blutes immer ähnlicher gemacht, bis sie sich endlich mit diesem, ohne den oben erwähnten Nachtheil hervorzurufen, zu vereinigen im Stande sind. Daß Wasser und solche Lösungen, welche nur sehr wenigen festen Rückstand enthalten, eher in das Blut als in den Chylus übergehen, zeugt nicht wider die eben erwähnte Ansicht, weil das überschüssige Wasser durch die Lungen- und die Hautausdünstung, so wie durch den Harn bald wiederum entleert und weil so binnen Kurzem dem Blute seine normale Concentration wiedergegeben wird. Etwas Aehnliches

muß auch zum Theil von anderen flüchtigen Stoffen, sobald sie nur die thierischen Häute leicht durchdringen, gelten. Bei einer zu großen Menge fixer Substanzen dagegen wäre dieses Correctionsmittel nur auf dem Wege der Elementaranalyse, d. h. dadurch, daß sie in Kohlensäure, Wasser und Ammoniak oder andere Producte umgesetzt würden, also erst nach längerem Zeitverluste, möglich gewesen. Die Chylus- (und Lymph-) Gefäße sind daher keine Luxuseinrichtung, sondern ein nothwendiges Requisit für unseren Körper.

Bei den bisherigen Betrachtungen haben wir angenommen, daß die 284
Anfänge der Milchgefäße mit einem sehr wässerigen Chylus bereits gefüllt seien. So gut sich aber unter dieser Voraussetzung der Uebergang der Proteinkörper und anderer Substanzen in den Milchsaft erklären ließ, so wenig ist man bis jetzt im Stande, sich von jener bedeutenden Wässerigkeit des Chylus selbst eine hinreichende, rein physikalische Rechenschaft zu geben. Es läßt sich leicht zeigen, daß fortwährend eine sehr verdünnte Lösung in die Anfänge der Milchgefäße hinein abgesondert werden müsse. Denn gesetzt, ein Quantum Chylus bliebe stabil, so würde es sich allmälig so weit concentriren, bis es sich mit dem Blute und der Ernährungsflüssigkeit in das Gleichgewicht gesetzt hat. Der Milchsaft mußte hierbei zwar an Dichtigkeit zunehmen, an Volumen dagegen verlieren. Keines von beiden findet jedoch Statt. Der Chylus bleibt, wie es scheint, immer wässeriger, als sich hiernach erwarten ließe, und die Milchgefäße werden, je mehr flüssige Nahrungssubstanz übergeht, um so strotzender gefüllt. Es müssen daher noch eigenthümliche Bedingungen, durch welche die Anfänge der Milchgefäße stets mit einer verhältnißmäßig sehr wässerigen Lösung versehen werden, in Wirksamkeit treten. Wenn wir aber auch diese ihren Ursachen nach noch nicht hinreichend kennen, so läßt sich wenigstens der ganze Proceß mit dem der Absonderung gewissermaßen parallelisiren. In den Harncanälchen z. B. liegt das Lumen, welches die Secretionsproducte aufnimmt, im Centrum, während sich weiter nach außen die Blutgefäßnetze verbreiten. Die Ausschwitzung des wässerigen Secretes geht nach dessen Ausscheidung aus dem Blute nach jener Höhlung, in welcher es weniger Widerstand findet, und bildet auf diese Weise den Harn. Auf gleiche Art liegen in den Darmzotten die Chylusgefäße mehr in dem Centrum, die Blutgefäße dagegen weiter nach der Peripherie. Der Chylus erscheint dann nicht, wenn man seine erste Bildung mit der Secretion, z. B. des Urines, vergleicht, als ein unmittelbares Aufsaugungsproduct, sondern als das Ergebniß eines eigenthümlichen Absonderungsprocesses. Wie aber jedes Secret trotz untergeordneter Varietäten eine gewisse bestimmte Grundeigenthümlichkeit darbietet, so muß dieses auch dann bei dem Milchsafte der Fall sein. Auf diese Art wird dann erklärt, weshalb der Chylus bei Hungernden, wie bei Solchen, welche Speisen genossen haben, und bei der größten Mannigfaltigkeit der Nahrung doch immer einen großen Wassergehalt darbietet und vor seinem Durchgange durch die Gekrösdrüsen keinen Faserstoff oder nur sehr geringe Mengen desselben führt, sondern immer Eiweiß und vorzüglich nach dem Genusse von einzelnen Nahrungs-

substanzen eine größere oder geringere Menge von Fett enthält und eine emulsionsartige Beschaffenheit zeigt.

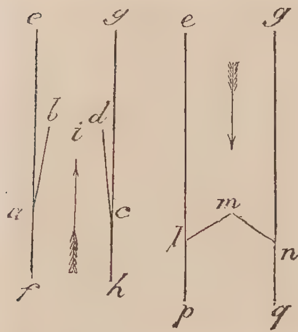
285 Die bloße Fortsetzung des Aufsaugungsprocesses muß natürlicher Weise die Chylusgefäße immer mehr mit Flüssigkeit füllen. Hätten diese starre Wandungen und besäßen sie an allen Stellen das gleiche Caliber, so würde das Fluidum in gleichem Verhältnisse der Aufsaugung in den Milchgefäßen steigen, so lange nicht die Schwere, die jedoch bei allen endosmotischen Processen durch die Kraft der Affinität der wirkenden Flüssigkeiten überwunden wird, hemmend entgegentritt. Da jedoch die Milchgefäße weiche und nachgiebige Wände besitzen, so muß natürlich ihre Steighöhe in entsprechendem Verhältnisse, als der Durchmesser der Röhren bei der Aufnahme von Inhalt weiter wird, abnehmen. Bedenken wir nun, daß sie überdies immer ohne fernere Unterstützung mehr oder minder gefüllt bleiben müßten, und daß nur der Ueberschuß ihrer möglichst starken Füllung durch die Einmündungsstelle des Ductus thoracicus in die linke Schlüsselbeinvene in das Blut abfließen könnte, daß auf diese Art ein vollständiger Uebergang des Chylus und das Blut unmöglich wäre, ja daß vielleicht eine auf ihr Maximum gebrachte Füllung derselben der ferneren Resorption mehr oder minder in den Weg träte, so ergiebt sich die Nothwendigkeit besonderer Beförderungsmittel des Flusses des Milchsaftes von selbst. Hierzu gehören aber folgende Momente.

1) Da wahrscheinlicher Weise die Summe der Lumina der kleineren Chylusgefäße größer als das Lumen des Ductus thoracicus ist, so muß natürlich die Flüssigkeit, je mehr in den Anfängen der Chylusgefäße aufgesogen wird, in dem genannten Hauptstamme selbst um so höher steigen. Doch ist gerade dieser Umstand von untergeordneter Bedeutung, da kaum je alle Anfangsnetze der Milchgefäße zugleich thätig sind. Findet dieses aber nicht Statt, so wird der Capacitätsunterschied zwischen den gefüllten Milchgefäßnetzen und dem Hauptstamme um so geringer ausfallen, je mehr untergeordnete Gefäßstämme für das Ausweichen der Flüssigkeit zu Gebote stehen. 2) Da die Verbindungsäste zwischen den an der Darmschleimhaut liegenden Chylusgefäßnetzen und den Chylusgefäßstämmchen des Gekröses zwischen den Faserbündeln der Muskelhaut des Nahrungscanales hindurchgehen, so folgt von selbst, daß sie hier bei den peristaltischen Bewegungen des Darmes zusammengedrückt werden. Hierdurch muß aber immer, weil sich von dem Wirkungspunkte bis zur Einmündung des Ductus thoracicus in die Schlüsselbeinvene eine fortlaufende Flüssigkeitssäule befindet, sobald die Wandungen nicht in gleichem Maaße nachgeben, eine Portion Chylus in das Venenblut hineingeschoben werden. Bei kleineren Säugethieren, z. B. Mäusen, sieht man auch, daß der Milchsaft bei jeder peristaltischen Bewegung des bloßgelegten Dünndarmes auf entsprechende Weise in die Chylusgefäße des Gekröses eintritt (Poisseuille). Allein auch dieses Wirkungsmoment kann im Ganzen nur schwach sein. Noch unbedeutender dürfte der gleiche Effect, welchen etwa die Schenkel des Zwerchfelles am Aortenschlitze auf den Milchbrustgang oder die Bauchmuskeln auf die Chylusgefäße überhaupt ausüben, erscheinen. Neben die-

sen bloßen Unterstützungsmitteln des Fortganges des Chylus bilden daher die beiden folgenden Punkte die vorzüglichsten Hebel, welche die Natur als constante und nicht bloß momentan wirkende Factoren der Bewegung dieser Flüssigkeit hingestellt hat. Nämlich

3) die Wandungen der Chylusgefäße selbst sind contractil. Nach Entleerung des Milchsaftes behalten sie nicht gleich starren Röhren ihr früheres Lumen bei, sondern verengern sich dergestalt, daß sie oft, wenn ihr Durchmesser nicht zu bedeutend ist, fadenartig dünn erscheinen und häufig aus diesem Grunde vollkommen unkenntlich werden. Nach Einwirkung mechanischer Reize oder des kalten Wassers sollen bisweilen Contractionen derselben entstehen. Durch Säuren oder Alkalien ziehen sie sich mehr oder minder deutlich zusammen. Wenn daher das Chylusgefäß gefüllt ist, so drückt die Wandung auf dessen Inhalt. Wäre es nun eine an beiden Seiten offene Röhre, so müßte der Chylus auch beiderseits ausfließen. Da aber die Milchgefäße an ihren Anfängen keine freien Mündungen haben, so kann das Fluidum unter den bald zu erwähnenden Verhältnissen der Klappeneinrichtungen diesem Drucke nur in centripetaler Richtung ausweichen. Es muß so nach dem Ductus thoracicus und von diesem in die linke Schlüsselbeinvene eingetrieben werden. Natürlicher Weise aber wird dieser Druck seiner Größe nach mit der Menge der fortzuschiebenden Flüssigkeit in Proportion stehen. Daher kommt es denn, daß im Verhältnisse, als das Lumen des Chylus- oder Lymphgefäßes wächst, auch die Wandung desselben absolut, obgleich nicht relativ stärker wird, d. h. eine um so größere Zahl contractiler Elemente erhält. Diese Contractilitätsverhältnisse scheinen aber auf den ersten Blick dem eben angeführten Vergleiche mit den Absonderungsdrüsen (§. 284) zu widersprechen. Denn zögen sich z. B. die in den Darmzotten befindlichen Anfangstheile der Chylusgefäße, sobald nichts aufgesogen wird, bis zu dem Verschwinden ihres Lumens zusammen, so wäre eine Secretion des Chylus in dieselben erschwert. Allein schon der Umstand, daß man sie oft auch im nicht gefüllten Zustande an vollkommen isolirten Schleimhautstückchen unter dem Mikroskope erkennt, zeigt, daß ihr Lumen, wenn auch verengt, doch nie ausgeglichen wird. Endlich 4) würde bei der Größe der Flüssigkeitssäule, wenn diese continuirlich wäre, sowohl für die Fortbewegung des Chylus als für die fernere Bildung desselben mancher Nachtheil entstehen. Denn fast alle Milchgefäße, so wie der Ductus thoracicus selbst verlaufen in einer der Schwere entgegengesetzten Richtung. Das so entstehende Bewegungshinderniß hätte aber leicht ein stärkeres Contractionsvermögen und mithin eine bedeutendere Dicke der Gefäßwandungen erfordert. Es wäre dann nicht sowohl die fernere Resorption, insofern diese druch die die Gesetze der Schwere überwindende Affinität bedingt würde, als die fernere Bildung eines sehr wasserreichen Chylus beschränkt worden. Beide Gefahren aber sind auf einfachstem Wege durch die in den Chylusgefäßen angebrachten Ventile möglichst beseitigt. Betrachten wir zuvörderst den Fall, wo die Ventil- oder Klappenbildung am vollständigsten ist, so haben wir an einer bestimmten Stelle des Gefäßes zwei, selten drei Taschen, welche an der Peripherie des Lumens herumgehen.

Ihr Anheftungsrand ist nach den Anfängen der Chylusgefäße, ihr freier Rand nebst der Oeffnung ihrer Taschenhöhlung nach den größeren Stämmen derselben gerichtet. Strömt nun der Chylus, wie es der Pfeil in Fig. 2. andeutet, centripetal vorwärts, so werden durch den Druck der Flüssigkeit die Klappenwandungen ab und cd an die Gefäßwände ef und gh angedrückt. Das Lumen ist bei i möglichst weit offen, so daß der Strom durch dasselbe hindurchtreten kann. Will das Fluidum dagegen centrifugal zurücksinken, so fängt es sich in den Taschen eab und gcd, dehnt diese aus und treibt sie dann, je mehr sein Druck wirkt, um so stärker nach innen und einander entgegen, so daß sie endlich die Richtung lmn Fig. 3. erhalten. Unter diesen Verhältnissen aber wird der Theil glmne von dem Theile plmnq abgeschlossen. Sind dagegen die Taschenventile, wie es weniger bei den Chylus-, als bei einzelnen Lymphgefäßen vorkommt, unvollständiger ausgebildet, so können sie natürlicher Weise nur einen Theil des Lumens absperren. Man sieht hieraus, daß die Ventilformation der Chylusgefäße, sofern sie vollkommen ist, auch in vollständigerem Maaße möglich macht, daß der Chylus ohne Schaden in einer der Richtung der Schwere entgegengesetzten Bewegung strömt und daß die Chylusgefäße des Gekröses bei den verschiedenen Lageveränderungen des Darmes die mannigfachsten Stellungen ohne Nachtheile annehmen können.



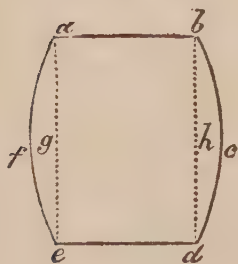
286 Die Klappen der Chylusgefäße sind aber keine bloß passiven Taschenventile, wie wir sie auch künstlich bilden könnten, sondern sie besitzen zugleich wahrscheinlich ein lebendiges Zusammenziehungsvermögen. Dieses läßt sich daraus entnehmen, daß in ihnen ähnliche Fasern wie in den Chylusgefäßwandungen, wenn auch in sparsamerer Menge, vorkommen. Die Verkürzung dieser Fasern aber kann nicht in den Moment fallen, wo die Klappen ventilartig schließen. Denn dann würden sie die Wirkung nicht nur nicht unterstützen, sondern sogar durch Verminderung der Größe der Klappen den vollständigen Abschluß des Lumen erschweren, wo nicht unmöglich machen. Dagegen hat ihre Contractilität einen bestimmten Zweck, wenn man sich vorstellt, daß sie sich in dem Momente, wo der Abschluß aufhört und neuer Chylus centripetal strömen soll, zusammenziehen. Denn dann müssen sie die Entleerung der in den Taschen gefangenen Flüssigkeit befördern und so den centripetal wirkenden Druck unterstützen, d. h. dieser brauchte um so viel geringer zu sein, als durch die Contractilität der Klappensäume Lumen geöffnet und daher Pression zur Herstellung desselben erspart wird.

287 Im Wesentlichen stimmt die Ventileinrichtung der Chylusgefäße mit derjenigen, welche wir in den Blutadern antreffen werden, überein. Allein bei genauerer Betrachtung zeigen sich, abgesehen von den Formdifferenzen, noch einige andere Unterschiede, deren Ursachen sich schon jetzt angeben lassen. Das Venenblut strömt unter dem freilich geschwächten Drucke des Herzens und hat daher immer noch ein kräftiges Moment, um in seinem

centripetalen Gange fortzuschreiten. Aus diesem Grunde wird auch eine sehr häufige Ventilation überhaupt weniger nothwendig. Wir finden daher die Blutaderklappen nur an den Eintrittsstellen kleinerer Venen in größere, um das Zurücksinken des Blutes in jene zu verhüten, oder sie sind, wenn sie in größeren Blutaderstämmen vorkommen, in bedeutenderen Abständen von einander angebracht. Bei den Chylusgefäßen existiren die Ventile nicht nur an den Einmündungsstellen von kleineren in größere Zweige, sondern sie folgen auch im Laufe der Stämme in kurzen Entfernungen auf einander. Bei dem Menschen z. B. betragen diese in den Chylusgefäßen des Gekröses ungefähr 1—10 Millim., bei dem Pferde 1½—20 Millim. Man sieht hieraus, daß die Milchgefäße, deren Inhalt sich keiner solchen unterstützenden Druckkraft wie das Venenblut erfreut, eine öftere Ventileinrichtung erhielten. Die Flüssigkeitssäule wird unter diesen Verhältnissen häufiger getheilt und gesperrt und kann daher, wenn ihre centripetale Strömung — was hier leichter der Fall sein muß — eine momentane Störung erfährt, weniger zurücksinken. Zugleich entspricht die geringere Höhe der Chylussäulen, welche im Momente des Verschlusses der Klappen auf den letzteren ruhen, der Stärke dieser Gebilde. Denn wie die Venenwandungen dicker als die Wände der Chylusgefäße sind, so findet auch das Gleiche in Betreff der Ventile Statt. Die schwächeren Chylusgefäßklappen tragen daher geringere Lasten als die ähnlichen aber stärkeren Vorrichtungen, welche in den Blutadern vorkommen.

Eine andere Eigenthümlichkeit der Chylusgefäße besteht darin, daß sie 288
bei natürlicher Füllung oder bei künstlicher Injection an denjenigen Stellen, wo im Innern Ventile angebracht sind, mehr oder minder eingeschnürt erscheinen, während sie in den Mitteltheilen, welche zwischen je zwei Klappen liegen, Anschwellungen besitzen. Es läßt sich erwarten, daß diese Bildungen in dem unversehrten lebenden Körper zwar nicht fehlen, jedoch geringer sein werden, weil dann alle Theile der Bauchhöhle unter einem anderen Drucke als nach der Durchschneidung der Bauchdecken stehen und weil so jede starke Anfüllung der Chylusgefäße einen Gegendruck der Nachbartheile bedingen wird. Durch diesen wird aber, wenn er so bedeutend ist, daß er das vordere Ventil öffnen kann, ein Theil des Chylus centripetal vorwärts bewegt werden. Abstrahiren wir jedoch von diesen noch nicht genau bestimmbaren Momenten und nehmen an, die Chylusgefäße verhielten sich auch auf eine mehr oder minder ähnliche Weise bei geschlossener wie bei geöffneter Bauchhöhle, so läßt sich als Ursache jener Einrichtung, welche die Einschnürungen, so wie die Anschwellungen der Zwischentheile bedingt, ein doppeltes Verhältniß denken. 1) Wir wissen, daß der Bodendruck eines Gefäßes nur durch die Größe der Unterlage bestimmt wird. Haben wir z. B. ein Faß a b c d e f mit Wasser gefüllt, so erleidet der Boden e d den gleichen hydrostatischen Druck als wenn nur ein Cylinder a b d e mit gleicher Grundfläche e d Wasser enthielte. Die Portionen g und h sind in dieser Beziehung ohne Einfluß. Wenn

Fig. 4.



z. B. die strotzend gefüllten Chylusgefäße senkrecht aufgehängt sind, so würden dann natürlich ihre Ventile nur durch so viel belastet werden als die Höhe der Flüssigkeit, multiplicirt mit der Oberfläche der Klappen, beträgt. Diejenige überschüssige Flüssigkeitsmenge, welche die bauchige Anschwellung bedingt, würde nicht in Betracht kommen. Wir hätten also wiederum eine Einrichtung, um bei strotzender Füllung der Chylusgefäße die Ventile vor zu starkem Drucke zu bewahren. Wenn nun aber diese schon unter schwächeren Druckgraden schließen, so wäre eine stärkere Pression nicht nur überflüssig, sondern sogar insofern schädlich, als für die nachfolgende Wiedereröffnung des Lumen ein größerer Gegendruck in Wirksamkeit treten müßte. 2) Da der centripetale Verlauf des Chylus schon leicht durch untergeordnete Veränderungen momentan gestört wird, so daß bei reger Aufsaugung nach einer starken Mahlzeit unstreitig mehr Milchsaft übergeht als gleichzeitig aus dem Ductus thoracicus abfließt, so bilden diese bauchigen Theile der Chylusgefäße Reservoirs, in welche eine größere Menge von Milchsaft vorläufig untergebracht wird.

289 Fließt der Chylus durch die Gekrösdrüsen hindurch, so muß seine Geschwindigkeit mehr oder minder abnehmen. Das eintretende Chylusgefäß theilt sich hier in eine Menge untergeordneter dünnerer Zweige, die oft anastomosiren, sich stets verknäueln und dann wieder zu einem oder mehreren austretenden Gefäßen zusammenkommen. Diese letzteren haben zwar häufig ein etwas größeres Lumen als das eintretende Chylusrohr. Allein die Summe der Lumina der Verwickelungsäste übertrifft wahrscheinlich immer das Lumen des Stammschlauches sowohl als die Summe der Hohlräume der aus der Drüse hervorgehenden Gefäße. Wenn daher der Milchsaft mit einer bestimmten Geschwindigkeit in eine Mesenterialdrüse einströmt, so müssen drei Momente eine Verzögerung seiner Schnelligkeit innerhalb derselben hervorrufen. 1) Durch Vergrößerung der Capacität der Summe der untergeordneten Röhren wird das Flußbett breiter und daher die Strömung langsamer. 2) Da die Chylusröhren der Drüse enger sind, so entsteht ein größerer Widerstand. Dieser bildet jedoch bei der geringen Adhäsion und Reibung, welche zwischen dem Milchsafte und der Innenfläche der Chylusgefäße Statt findet, die unbedeutendste Verzögerungsgröße. 3) Die Windungen setzen, je stärker sie werden, je häufiger sie vorkommen und je mehr sie sowohl in der Richtung der Breite als in der der Höhe auftreten, ein um so bedeutenderes Hinderniß der Geschwindigkeit der Strömung entgegen. Bei dem Austritte in die aus der Drüse wieder hervorkommenden Chylusgefäßstämme muß zwar der Strom wegen der Verengerung des Flußbettes von Neuem beschleunigt werden. Allein da diese Röhren etwas weiter als das Eintrittsrohr sind und da zugleich die Druckkraft durch die eben erwähnten Momente, welche in dem Innern der Drüse Statt finden, wahrscheinlicher Weise geschwächt ist, so wird der Abfluß verhältnißmäßig langsamer als die Zuströmung ausfallen. Es muß daher der Chylus in den Gekrösdrüsen nicht nur länger verweilen, sondern auch in ihnen in größerer Menge angehäuft werden.

Die Verlangsamung des Laufes des Chylus in den Mesenterialdrüsen kann man sich zum Theil recht gut veranschaulichen, wenn man sich eine Glasröhre über der Glühlampe dünn auszieht, das fadige Stück an beiden Seiten rechtwinklig biegt, so daß die dickeren Parthien senkrecht zu stehen kommen und dann den feineren Theil auf der Weingeistlampe wellig, zickzackartig oder verwickelt macht. Gießt man nun in den einen senkrechten Schenkel Wasser ein, so dauert es viel länger als bei nicht zu engen heberartig gebogenen Röhren, bis sich das hydrostatische Gleichgewicht herstellt. Ist aber der Mitteltheil sehr fein und bildet er starke Krümmungen, welche besonders an einer und derselben Stelle nach zwei Durchmessern zugleich gerichtet sind, so kann der hieraus resultirende Widerstand so groß werden, daß überhaupt keine Gleichheit der Höhe der beiden Niveaux erreicht wird. Bei einer Emulsion, die z. B. aus 5 Th. einer Eiweißlösung von 1,03—1,04 sp. G. und 1 Theil Oel besteht, erfolgt natürlich die Ausgleichung wegen der stärkeren Adhäsion langsamer. Unter dem Mikroskope kann man dann auch das Verhältniß der Strömung der Oeltropfen und der Flüssigkeit unmittelbar beobachten. Da jedoch zweischenkelige Apparate wegen der Last der Schenkel keine sehr dünnen (höchstens ungefähr $\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{6}$ Mm. dicke) gebogene Zwischenröhren, die sonst bei der geringsten Bewegung unter dem auf ihnen ruhenden Gewichte brechen, zulassen, so verfährt man am zweckmäßigsten, wenn man eine andere Glasröhre in einen möglichst feinen Faden auslaufen läßt und diesen dann wie das Mittelstück des vorigen Apparates biegt. Gießt man nun die Emulsion in den senkrechten Schenkel und bringt an das freie Ende des Fadens einen Tropfen derselben Mischung, so kann man, so lange man will, den Lauf des Fluidum mit seinen Oeltropfen durch die sich immer verfeinernden und mannigfach biegenden Capillarröhren mit Bequemlichkeit beobachten. Man sieht dann deutlich, wie die Mehrzahl, vorzüglich der größeren Oeltropfen, eine stärkere Geneigtheit hat, in der Mitte dahinzurollen, während längs der Wandungen mehr oder minder ausgedehnte, langsamer bewegliche Schichten, die weniger Oeltröpfchen führen, erscheinen. Ist die Geschwindigkeit nicht zu groß (wobei man natürlich, um dieses Ergebniß zu erhalten, unter möglichst schwachen Vergrößerungen beobachten muß), so fällt nicht selten die Verzögerung der Schnelligkeit an den Biegungsstellen in merklichem Grade auf. Wie aber häufig bei Flüssen an den Krümmungspunkten die größte Geschwindigkeit mehr nach der einen Seite hinübertritt, so ereignet es sich auch in den Biegungsorten und in deren Nachbarschaft, daß der Strom der zahlreicheren Oeltropfen ganz einseitig gerichtet ist.

Die chemische Beschaffenheit des Chylus erscheint aus Gründen, die 290
wir schon kennen gelernt haben, minder constant als die des Blutes und wechselt sowohl nach den verschiedenen Verhältnissen der Verdauungsorgane als nach der Differenz der Stellen, an welchen sich der Milchsaft befindet. 1) Da ein Theil der durch die Digestion aufgelösten Stoffe in ihn übergehen, so muß er natürlich nach Verschiedenheit der Nahrungsmittel verschiedene Substanzen beigemischt enthalten und nach beendigter Verdauung so wie bei hungernden Individuen anders erscheinen. Da aber bei normaler Digestionsthätigkeit die aufgelösten Proteinkörper schon im Magen und im Anfange der dünnen Gedärme, ein Theil der umgesetzten Stärke und das Fett im Laufe der letzteren und andere noch schwerer zu bewältigende Materien erst in dem Blinddarme und Dickdarme assimilationsfähig werden, so wird der Chylus selbst nach der Localität seines Ursprunges und seines Vorkommens Abweichungen darbieten. 2) Bei seinem Durchgange durch die Gekrösdrüsen und durch andere lymphatische Drüsen, so wie vielleicht durch die Milz geräth er in Wechselwirkung mit dem Blute und ändert so seine chemische Beschaffenheit auf eine bestimmt kenntliche Weise. Endlich 3) Bevor er in den Milchbrustgang und aus diesem in das Blut gelangt, wird er vielfach mit der Lymphe der Lymphgefäße der unteren Extremitäten, der Unterleibs- und der Brustorgane, vermischt. Da nun die mei-

sten chemisch quantitativen Untersuchungen die in dem Ductus thoracicus vorgefundene Flüssigkeit betreffen, so läßt sich aus ihnen nur ein bedingter Schluß auf die Beschaffenheit des reinen Chylus entnehmen.

291 Sobald keine Lösungen der Nahrungssubstanzen aufgesogen werden, findet sich in den minder gefüllten Chylusgefäßen des Gekröses ein Fluidum, welches eher als eine aus den Verdauungsorganen stammende Lymphe denn als wahrer Chylus angesehen werden kann. Die Flüssigkeit ist dann in verhältnißmäßig geringer Menge vorhanden, erscheint heller, blaß, schwachgelblich, nicht aber milchig, führt kein freies Fett, gerinnt bisweilen stärker und enthält mehr blasse, den Lymphkörperchen ähnliche Gebilde, als dunklere Chyluskörperchen (H. Nasse) [1]. Man erkennt daher auch dann bei der mikroskopischen Untersuchung die in den Darmzotten enthaltenen Anfänge der Chylusgefäße unmittelbar gar nicht oder wenigstens nicht vermittelst ihrer weißen Füllung. Die in dem Milchbrustgange hungernder Thiere befindliche Flüssigkeit erschien bald, wie z. B. bei Hunden, gar nicht geröthet, bald dagegen sogar, z. B. bei Pferden, dunkler roth als bei Thieren der Art, welche mit Hafer gefüttert worden (Tiedemann und Gmelin) [2]. Die gleichen Unterschiede treten in Betreff der Menge des bei dem Erkalten außerhalb des lebenden Körpers gerinnenden Faserstoffes auf. Nach einigen Erfahrungen erfolgt die Coagulation der Fibrine später, erst eine Stunde nach der Entfernung aus dem Körper, und der Kuchen bleibt stets weicher (Emmert). Nach anderen Beobachtungen dagegen coagulirt dann gerade die Chylusflüssigkeit des Milchbrustganges vollständiger und liefert eine bedeutendere Placenta. Denn während diese z. B. bei nüchternen Pferden 1,75 % und 1,00 % betrug, machte sie bei solchen, die mit Hafer gefüttert waren, 0,78 % bis 0,19 % aus. Im Ganzen aber erhalten wir die beste allgemeine Uebersicht über diese Variationen der Flüssigkeit des Ductus thoracicus, wie sie bei Pferden im nüchternen Zustande und bei solchen nach Fütterung mit Hafer gefunden wurde (Tiedemann und Gmelin), wenn wir die (von H. Nasse) in Durchschnittzahlen berechneten Werthe vergleichen. Es ergab sich nämlich:

---

[1]) H. Nasse in dem Artikel Chylus in R. Wagner's Handwörterbuch der Physiologie. Bd. I. 1842. 8. S. 236.

[2]) Fr. Tiedemann und L. Gmelin die Verdauung. Bd. II. S. 78.

	Nüchtern.	Nach der Fütterung.
Wasser	93,97	94,48
Trockner Kuchen	1,06	0,44
Trockenes Serum	4,97	5,08
	100,00	100,00
a. Eiweiß	4,07	3,135
b. Extractivstoffe mit Kochsalz und milchsaurem Natron	0,835	1,06
c. Extractivstoffe mit kohlensaurem Natron . . .	0,305	0,1475
d. Fett	Spuren	0,82
	5,210	5,1625

Diese Bestimmungen sind nach drei Versuchen an nüchternen und zweien an gefütterten Pferden entnommen. Aus ihnen folgt, daß die Flüssigkeit nach der Fütterung selbst im Ductus thoracicus im Durchschnitt etwas wässeriger sein kann. Sie erscheint dagegen reicher an festen Bestandtheilen des Serum, an Extractivstoffen mit Kochsalz und milchsaurem Natron so wie an Fett, aber ärmer an trockenem Kuchen oder gerinnbarem Faserstoffe, an Eiweiß und an Extractivstoffen mit kohlensaurem Natron. Ein Theil dieser Unterschiede läßt sich bei genauerer Prüfung wohl erklären. Sind keine resorbirbaren aufgelösten Nahrungsmittel im Darmcanale vorhanden, so muß der Chylus in der Darmschleimhaut nur mit dem Blute und der Ernährungsflüssigkeit in Wechselwirkung treten. Er wird daher mehr Wasser abgeben und dafür eine größere Menge von Faserstoff und von Eiweiß aufnehmen. Kommen dagegen noch aufgelöste Nahrungsmittel, die in ihrer Dichtigkeit wahrscheinlich niemals die des Blutes erreichen, hinzu, so muß natürlich der Milchsaft wässeriger und relativ ärmer an Faserstoff werden und selbst, wenn nur, wie bei dem Hafer, das Fütterungsmaterial kein bloßes Eiweiß ist, oder dieses nicht in excessiv vorherrschender Menge enthält, weniger Albumin führen, dagegen mehr Fett aufnehmen. Erinnern wir uns ferner, daß die Darmsäfte und sogar das Blut der Pflanzenfresser verhältnißmäßig viele kohlensaure Alkalien besitzen, so folgt hieraus, daß auch dieses Salz nach der Fütterung sparsamer als im nüchternen Zustande im Chylus auftreten muß. Dagegen ist in dem Hafer eine nicht unbedeutende Menge von Chlornatrium (3,18 % der Asche und 0,10 % des frischen lufttrockenen Produktes) vorhanden. Dieses kommt dann zu dem in den Darmsäften und dem Blute enthaltenen leicht hinzu. Es kann uns deshalb nicht wundern, wenn diese Verbindung zu denjenigen, welche durch die Fütterung im Chylus eher vermehrt als vermindert werden, gehört. Daß aber alle diese Unterschiede noch bis in den Ductus thoracicus hinein fortdauern, beweist, daß die sämmtlichen Veränderungen, welche im Milchsafte während seines Verlaufes von der Darmschleimhaut bis zu dem Milchbrustgange eintreten, nicht hinreichen, um alle ursprünglichen Eigenthümlichkeiten jener Flüssigkeit zu verwischen.

Nach dem Genusse von Speisen erscheint der in den Darmzotten enthaltene Chylus mehr oder minder milchig und emulsionsähnlich, so daß hierdurch die Anfänge der Chylusgefäße bei stärkerer Füllung von selbst kenntlich werden. Obgleich diese Beschaffenheit des Milchsaftes im Allgemeinen dieselbe bleibt, so kann sich doch seine specielle chemische Constitution nach Verschiedenheit der Nahrungsmittel mehr oder minder ändern. Bei genauerer Beurtheilung dieser Verhältnisse dürfen wir aber einige Punkte, ohne deren Berücksichtigung eine Reihe scheinbar unerklärlicher Paradoxien auftreten würden, nicht aus den Augen lassen. 1) Bei den meisten, wo nicht allen Untersuchungen der Art, welche bisher unternommen worden, beobachtete man entweder die Chylusgefäße des Dünndarmes oder des Gekröses desselben oder den Ductus thoracicus. Man öffnete immer die Thiere verhältnißmäßig längere Zeit nach der eingenommenen Mahlzeit, weil man nämlich von der Voraussetzung ausging, daß der Chymus erst in die dünnen Gedärme kommen müsse, um dort durch die Chylusgefäße aufgesogen zu werden. Bedenken wir aber, daß die Getränke, so wie die Lösungen, welche schon im Magen bereitet werden, noch in diesem der Aufsaugung anheimzufallen beginnen und daß der dann hierdurch entstehende Chylus sogleich in den Milchbrustgang abgeführt wird, so muß ein Theil der assimilirten Stoffe, die selbst in den Milchsaft übertreten, schon früher, als die Untersuchung angestellt wird, dem Blute beigemischt worden sein. Zu diesen Materien, welche von dem Magen aus in das Blut oder den Chylus aufgenommen werden können, gehören alle in Wasser, in Speichel, in angesäuertem Wasser löslichen Substanzen, die durch den Magensaft schneller zu bewältigenden Proteinkörper und die schon hier durch Umsetzung assimilationsfähig gemachten Verbindungen. In den Chylusgefäßen des Gekröses so wie in dem Milchbrustgange haben wir bei vorgerückter Verdauungszeit nur solche Stoffe, welche, wie die stärker geronnenen Proteinkörper, der größte Theil des Stärkemehles, der Cellulosa, das Fett u. dgl. erst im Dünndarme gelöst werden, zu erwarten. Hieraus ergiebt sich aber zugleich, daß der in den Chylusgefäßen des Magens enthaltene Milchsaft gar nicht milchig oder emulsionsartig zu sein braucht oder überhaupt seinem äußeren Ansehen nach von dem Chylus im nüchternen Zustande in keinem hohen Grade abzuweichen nöthig hat, und doch Stoffe wie Eiweiß, Zucker, einzelne Salze, welche er aus den Speisen frisch aufgenommen, enthalten kann. 2) Dürfen wir nie vergessen, daß kein einseitiger Uebergang in den Milchsaft, sondern ein wechselseitiger in Blut und Chylus Statt findet und daß daher das erstere Stoffe, die seiner Mischung verwandter sind, bei sich zu behalten im Stande ist. Diese Thatsache erklärt, wie wir sehen werden, manche Phänomene, welche man sonst als die Wirkungen einer unbekannten organischen Anziehung anzusehen geneigt war.

292 Die eben geschilderten Verhältnisse und die früher angeführten Ansichten über die Beziehungen des Chylus zum Blute machen das Verhalten der verschiedenartigen Nahrungsstoffe zum Milchsafte größtentheils erklärlich: 1) Das Eiweiß wird als flüssiges im Wasser lösliches Albumin schon im Magen resorbirt werden. Ein Theil desselben oder das Ganze wird vom

Chylus aufgenommen, aber bald durch den Milchbrustgang mit dem Blute wieder vermischt. Nicht ganz das Gleiche wird vielleicht von dem geronnenen Albumin, sofern es von dem Magensafte aufgelöst wird, gelten. Denn da diese Solution sauer ist, so wird sie, wenigstens denkbarer Weise, von dem stärker alkalischen Blute mehr als von dem schwächer laugensalzigen Milchsafte angezogen, so daß sich annehmen läßt, daß schon von vorn herein weniger Albumin in den Chylus als in das Blut übergeht. Nun werden wir sehen, daß bei dem Durchgange durch die Lymphdrüsen der Eiweißgehalt des Milchsaftes vermindert und daß dafür ein Quantum gerinnbaren Faserstoffes hinzugefügt wird. Hiernach muß natürlich die Flüssigkeit des Ductus thoracicus nach Eiweißnahrung noch weniger Albumin als die Anfänge der Chylusgefäße enthalten, — eine Folgerung, welche sich z. B. bei Pferden, die mit eiweißhaltigen Substanzen, z. B. Hafer, gefüttert worden, bestätigte [1]). Es kann aber auch hiernach z. Thl. erklärt werden, weshalb der Milchsaft nach dem Genusse von Eiweiß von dem bei hungernden Thieren vorhandenen Chylus nicht wesentlich unterschieden ist (Bouchardat und Sandras) [2]), ja weshalb er sogar im Durchschnitte bei nüchternen Pferden mehr Albumin als bei solchen, die Hafer erhalten haben, zu führen vermag [3]).

2) Da nur der geronnene Faserstoff als Nahrungsmittel verabreicht werden kann, dann aber durch Magensaft aufgelöst wird und sich so, wie wir bei dem Verdauungsprocesse gesehen haben, wie geronnenes Albumin verhält, so wird das über das Letztere Gesagte auch auf ihn seine Anwendung finden. Gerinnbarer Faserstoff kann von den Nahrungsmitteln aus nicht in den Chylus gelangen. Wenn daher dieser schon bisweilen vor seinem Durchgange durch Drüsen schwach coagulirt, so rührt der flüssige Faserstoff, welcher diese Erscheinung bedingt, am Wahrscheinlichsten von der Wechselwirkung des Milchsaftes mit dem Blute her. 3) Da der flüssige Käsestoff im Magen als geronnener niedergeschlagen wird, so muß er sich sowohl als der coagulirte, abgesehen von ihrer schwereren Löslichkeit durch den Magensaft, wie festes Albumin verhalten. 4) Die Verhältnisse der Gallerte bedürfen noch einer genaueren Untersuchung. Theoretisch läßt sich erwarten, daß sich eine Leimauflösung ähnlich wie eine Solution von Eiweiß und geronnener Leim wie geronnenes Albumin verhalten werden. Die saure Lösung des letzteren, welche durch den Magensaft bereitet wird, wird eher vom Blute als vom Chylus angezogen werden. Daher wurde auch vielleicht bei Fütterung eines Hundes mit Thierleim diese Substanz im Chylus mit Bestimmtheit nicht aufgefunden [4]).

5) Das Fett geht in vorherrschender Menge in den Chylus über, vermehrt als freie Oeltropfen die emulsionsartige Beschaffenheit desselben und macht ihn daher milchiger und trüber. Während der Milchsaft des nüch-

---

[1]) Tiedemann und Gmelin die Verdauung. Bd. II. S. 94.
[2]) Annales des sciences naturelles. Tome XVIII. 1842. p. 240.
[3]) H. Nasse a. a. O. S. 237.
[4]) Tiedemann und Gmelin a. a. O. Bd. I. S. 172. 73.

ternen Pferdes nur Spuren von Fett enthält, führte er nach Haferfütterung 0,82 % desselben. Der lufttrockene Hafer besitzt aber 2 % fettes Oel. Erhält mithin ein Pferd als durchschnittliche Ration 4 Schweizer Pfund = 2000 Grm. Hafer, so bieten diese 40 Grm. Fett dar. Beträgt nun der Fettgehalt des Chylus 0,82 % und wird dieser — was freilich in der Folge noch näher discutirt werden wird — einzig und allein durch das totale Fettquantum des Hafers bedingt, so müßten nach der oben erwähnten Ration ungefähr 488 Grm., d. h. ungefähr ¼ derselben Chylus bereitet worden. Nach dem Genusse von vorherrschend fetthaltigen Substanzen, wie z. B. von Butter wird der Chylus bedeutend getrübt. Doch scheint seine emulsionsartige Beschaffenheit nicht immer mit dem Fettgenusse in directem Verhältnisse zu stehen. 6) Da der Zucker bei kürzerem Aufenthalte im Magen rasch resorbirt wird, so kann ein Theil desselben unverändert in das Blut und selbst in den Chylus übergehen. Verweilt er dagegen längere Zeit in den Eingeweiden, so wird er in Essigsäure umgesetzt und muß so den Gehalt des Chylus und vorzüglich des Blutes an essigsauren Salzen vergrößern. 7) Das Stärkemehl wird sich nach den verschiedenen Zersetzungszuständen, die es erfährt, verschieden verhalten. Geht schon im Magen Amylon in Milchsäure über, so wird sich diese Säure ähnlich wie die Essigsäure verhalten. Hieraus erklärt sich, weshalb der Chylus nach Fütterung mit Stärke fast eben so beschaffen wie nach dem Genusse von Faserstoff gefunden wurde (Bouchardat und Sandras)[1]. Entsteht im Dünndarm durch Zerlegung der Stärke Zucker, so kann ein Theil von diesem in den Milchsaft des Gekröses übergehen. Daher hat man auch diesen in dem Chylus eines mit Stärkemehl gefütterten Hundes, bei welchem neben Zucker noch Gummi in den Darmcontentis enthalten zu sein schien, beobachtet (Tiedemann und Gmelin)[2]. Unklarer sind noch die Verhältnisse, wenn die Stärke vorzüglich durch den Bauchspeichel löslich gemacht wird. 8) Alkohol tritt nicht bloß, wenn er durch fernere Gährung in ein saures Product umgesetzt wird, sondern auch z. Thl. wenn er selbst unverändert bleibt, weit eher in das Blut als in den Chylus über. 9) Gegen Farbestoffe verhält sich der Chylus sehr exclusiv. Er nimmt diese weder im unveränderten, noch im zersetzten Zustande auf. Das letztere erhellt aus einem an einem Hunde angestellten Versuche, wobei dem Thiere ½ Stunde vor dem Tode eine Abkochung von Färberröthe verabreicht wurde (Hünefeld)[3].

10) Im Allgemeinen werden die alkalischen und erdigen Salze vom Chylus begieriger als vom Blute angezogen. Allein auch hier erklären sich die meisten Verhältnisse, sobald wir es nicht aus den Augen verlieren, daß der Chylus wässeriger als das Blut ist. Als verdünntere Lösung, die gleich dem Blute eine alkalische Beschaffenheit hat, muß er eher Salze

---

[1]) Bouchardat und Sandras a. a. O. p. 240.
[2]) Tiedemann und Gmelin a. a. O. Bd. I. S. 184.
[3]) Hünefeld Chemie und Medicin. Bd. II. S. 130.

aufnehmen. Daher enthält auch das Blut des Pferdes im Durchschnitt nur 0,695 %, der Chylus desselben dagegen 0,80 % alkalische und erdige Salzverbindungen. Eine scheinbare Ausnahme ergiebt die Katze. Denn hier betrugen die unorganischen Combinationen im Blute 0,749 %, im Milchsafte 0,049 %. Bei dem Pferde verhält sich daher die Menge der Salze des Blutes zu der des Chylus im Mittel = 1 : 1,15. Die Wassermengen beider Flüssigkeiten stehen aber im Durchschnitte in einer Proportion = 810 : 935, d. h. ebenfalls = 1 : 1,15. Bei der Katze läßt sich ein Verhältniß der Art nicht nachweisen. Es scheint aber schon aus theoretischen Gründen die allgemeinere Richtigkeit des bei dem Pferde gewonnenen Resultates annehmbar. Die alkalischen Salze, die sich, wie sie im Körper vorzukommen pflegen, weit leichter im Wasser auflösen, werden natürlich eher im Chylus als im Blute vorherrschen. Während sie auch in dem letzteren bei dem Pferde 0,67 % betragen, machen sie in dem Milchsafte 0,70 % aus. Im Blute der Katze haben wir 0,537 % Kochsalz und 0,163 % kohlensaure, milchsaure, phosphorsaure und schwefelsaure Alkalien, im Chylus dagegen 0,71 % Chlornatrium und 0,23 % der zuletzt genannten in Wasser löslichen Salzverbindungen (Nasse). Etwas Aehnliches muß in Betreff der erdigen Salze, die bald, wie phosphorsaure Kalkerde, in Wasser unlöslich, bald, wie das Chlorcalcium, in ihm löslich sind, eintreten. Hieraus läßt sich aber schließen, daß nach dem Genusse von löslichen Salzverbindungen, wie z. B. des Kochsalzes, nach dem Gebrauche von Medicamenten ähnlicher Art, wie z. B. der schwefelsauren Magnesia, des Salmiaks, des essigsauren Kali u. dgl., eine erhebliche Menge derselben in den Chylus übergehen werde. Nur bei sehr bedeutender Wässerigkeit der Lösung wird das Blut fast Alles aufnehmen. Da diese Verbindungen jedoch, wie das Kochsalz oder die schwefelsaure Bittererde, so viel wir wissen, unverändert mit dem Blute wiederum vermischt werden, so kann dieser nothwendige, momentan bedeutende Uebergang in den Chylus für die Wirkung jener Stoffe von keinem sehr großen Einflusse sein.

11) Daß das Blut noch quantitativ bestimmbare Mengen von Eisen (bei dem Pferde 0,07 %, bei der Katze 0,051 %), der Chylus dagegen nur Spuren dieses Metalles enthalte, ist ebenfalls erklärlich. Die Hauptmenge des Eisens, welches sich im Blute vorfindet, liegt in dem Blutfarbestoffe oder dem Hämatin, welches 6,45 bis 6,75 % dieses Metalles führt (Mulder). Nun ist das letztere in jedem nicht zu wässerigen Blute an die Blutkörperchen gebunden, während der Liquor sanguinis nur sehr geringe Mengen desselben enthält. Durch Wasser kann der Blutfarbestoff den Blutkörperchen z. Thl. entzogen und in der Blutflüssigkeit aufgelöst werden (Henle) [1] Unter normalen Verhältnissen macht der Chylus durch seine Wechselwirkung mit dem Blute das letztere nur in sehr geringem Grade wässeriger. Es vermag daher höchstens eine sehr kleine Menge Eisen dem Chylus abzugeben. Aus Gründen, welche wir bei den chemischen

---

[1] J. Henle allgemeine Anatomie. Leipzig. 1841. 8. S. 77. 78.

Verhältnissen des Blutes kennen lernen werden, nimmt dieses wahrscheinlich, wenn Eisenpräparate als Medicamente gebraucht werden, mehr Eisen als der Chylus auf. Was endlich 12) die krankhaften Farbestoffe, die übrigen pathologischen Substanzen und die Narcotica betrifft, so wird von ihnen bei Gelegenheit der Aufsaugung der Lymphgefäße gehandelt werden.

293 Aus diesen Thatsachen ergiebt sich nun von selbst, wie sich der Milchsaft nach dem Genusse der verschiedenen gewöhnlichen Nahrungsmittel verhalten müsse. Das Fleisch, welches neben Faserstoff und Eiweiß mehr oder minder fettreich ist, wird die milchige Beschaffenheit des Chylus vermehren, ohne die Menge seines Eiweißes und seines Faserstoffes auf constante Weise zu vergrößern. Aus demselben Grunde muß er natürlich nach dem Genusse von Knochenmark, von Milch, von ganzen Eiern, von fetten Speisen überhaupt emulsiver, als nach dem von flüssigem Eiweiß, von reinem Faserstoff, Leim, Brot u. dgl. ausfallen. Den stärksten Fettgehalt aber wird er nach dem Genusse von Butter und von allen mit vielem Oele oder Fett zubereiteten Speisen darbieten. Natürlicher Weise wird zugleich der Fettgehalt des Chylus von dem Grade der Assimilationskraft bedingt werden. Auf diese Art scheint es sich z. B. zu erklären, wie zwei Hunde, die ganz auf dieselbe Weise mit Fett gefüttert wurden, eine verschiedenartige Beschaffenheit ihres Chylus darbieten konnten, indem dieser bei dem einen, wie zu erwarten war, trüb und milchig gefunden wurde, bei dem anderen dagegen hell und durchsichtig erschien (Heusinger). Eben so läßt sich wenigstens bis auf einen gewissen Punkt theoretisch bestimmen, wie sich die Verhältnisse bei chemisch gemischten Nahrungsmitteln gestalten werden. Essen wir z. B. Häringe, Sardellen und andere mit viel Salz und relativ weniger Wasser versehene Speisen, so wird der Chylus eine erheblichere Menge von Kochsalz in sich aufnehmen. Nach dem Genusse von Fischen mit Essig und Oel, von fettem Fleische, von mürbem fetten Kuchen, von Oliven u. dgl. wird sich der Milchsaft emulsiver darstellen, ohne in gleichem Verhältnisse an Proteinkörpern zu gewinnen.

294 Die Verschiedenheiten der Chylusmischung, welche auf diese Weise zu Stande kommen, scheinen sich späterhin mehr oder minder auszugleichen. Offenbar liegt die vorzüglichste, wo nicht die alleinige Ursache dieser Erscheinung in der Einwirkung des Blutes, welche in den Gekrösdrüsen und vielleicht auch in der Milz erfolgt. Leider fehlt es noch an neueren Untersuchungen, welche über diese Verhältnisse speciellere Aufschlüsse geben könnten. Allein wenigstens ältere (von Macaire und Marcet angestellte) Elementaranalysen deuten darauf hin, daß die Flüssigkeit des Milchbrustganges trotz der Verschiedenheit der Nahrung und selbst ungeachtet des Unterschiedes der thierischen Geschöpfe fast die gleiche elementar-analytische Zusammensetzung darbieten könne. Der Chylus eines Hundes, welcher durch Fleischnahrung erhalten worden war, führte 55,2 % Kohlenstoff, 6,6 % Wasserstoff, 11,0 % Stickstoff und 25,9 % Sauerstoff. Der eines Pferdes, welches Heu erhalten hatte, ergab 55,0 % Kohlenstoff, 6,7 % Wasserstoff, 11,0 % Stickstoff und 26,3 % Sauerstoff. Hiernach lagen

die Abweichungen, welche beide Analysen darboten, innerhalb der Fehlergrenzen, welche bei der Verbrennung einer und derselben Substanz auftreten können. Allerdings läßt sich erwarten, daß genauere Untersuchungen, welche mit den gegenwärtig zu Gebote stehenden Mitteln angestellt werden, schärfere Differenzen liefern dürften. Allein jedenfalls deuten die obigen Zahlen darauf hin, daß eine Ausgleichung möglich und der Unterschied untergeordnet sei. Hierfür spricht auch die Analogie mit dem Blute, dessen Faserstoff bei Hunden fast genau die gleiche Zusammensetzung darbietet, diese mögen mit Fleisch oder mit Kartoffeln gefüttert worden sein (Dumas und Cahours).

Da das Blut des Ochsen, wenn man von seinen Aschenbestandtheilen abstrahirt, 54,144 % Kohlenstoff, 7,320 % Wasserstoff, 15,976 % Stickstoff und 22,560 % Sauerstoff darbietet, so erscheint es hiernach etwas ärmer an Kohlenstoff und an Sauerstoff und etwas reicher an Wasserstoff als die oben verzeichneten Chylusarten. Der Stickstoffgehalt bleibt in beiderlei Fluidis fast der gleiche.

In Betreff der Lymphe kehren sehr viele Verhältnisse, welche schon für 295
den Milchsaft angegeben worden, wieder. Denn streng genommen sind die Chylusgefäße nur die Lymphgefäße des Darmcanales. Sie erhalten bloß dadurch, daß ihnen häufigere und reichlichere Gelegenheit zur Aufnahme mannigfaltigerer Stoffe geboten wird, in vielen Beziehungen eine eigenthümliche Stellung. Da die Getränke und die in Wasser oder Speichel löslichen Stoffe, so wie z. Thl. die durch Magensaft bereiteten Solutionen der weicher geronnenen Proteinkörper und ähnlicher Substanzen schon im Magen aufgesogen werden, in den dicken Gedärmen aber eine analoge abermalige Extraction wie in jenem vor sich geht, so erscheint der von diesen Theilen kommende Chylus lymphähnlicher als der in den Gefäßen des Dünndarmes und des Gekröses desselben enthaltene Milchsaft, welcher vorzugsweise fettige Stoffe aufnimmt und hierdurch die charakteristische emulsive Beschaffenheit erhält.

Auch in unserem Körper saugen sowohl die Blut- als die Lymphgefäße auf. Hiernach aber hätte die Natur, wenn wir die letzteren als einen bloßen Resorptionsapparat ansehen, für denselben Zweck zweierlei Organe geschaffen — eine Voraussetzung, welche der unendlichen Compendiosität und Zweckmäßigkeit der natürlichen Einrichtungen in hohem Grade widerspricht. Allein das Ganze gewinnt ein anderes Ansehen, sobald wir wiederum das Lymphsystem als einen Correctionsapparat des Blutes betrachten. Dieses muß, wie im Darme, so auch in den übrigen inneren Theilen und an der äußeren Oberfläche unseres Körpers sehr verschiedene Stoffe zu verschiedenen Zeiten und unter differenten Verhältnissen aufnehmen. Denn abgesehen von äußeren Einwirkungen und von krankhaften Zuständen werden durch die anhaltenden oder momentanen Thätigkeiten der Organelemente sehr mannigfaltige Verbindungen derselben umgesetzt und verflüssigt. Sie gelangen so in das die Theile durchtränkende Ernährungsfluidum und müssen hier einen wechselseitigen Austausch mit dem Blute erleiden. Das letztere wäre daher, wenn es keinen Abzugsapparat zur Seite hätte, nicht selten außer Stande, seine beständige Mischung zu behaupten.

Diese Rolle wird wahrscheinlich überall von dem Lymphgefäßsystem übernommen. Indem die Lymphe vorläufig für sich abgesondert wird, ist das Blut momentan gegen jede für seine Mischung bestehende Gefahr gesichert. Während aber jede weiter fortgeht, kommt sie zuerst, vorzüglich in den Lymphdrüsen und wahrscheinlich auch in den sogenannten Blutgefäßdrüsen, wie der Milz-, der Nebennieren, der Schilddrüse (und der Thymus) mit dem Blute in unmittelbare Berührung, so daß auf diesem Wege eine sehr allmälige Ausgleichung beider Flüssigkeiten bewirkt wird. Ist dieses geschehen, so wird endlich die schon dem Blute ähnlicher gewordene Lymphe mit diesem gänzlich vermischt.

296 Die mechanischen Verhältnisse der Aufsaugung und der Fortbewegung der Lymphe sind im Wesentlichen dieselben wie die des Chylus. Im nicht sehr thätigen Zustande haben die Lymphgefäße eine verhältnißmäßig geringe Capacität. Sie sind dann aus diesem Grunde meistentheils unkenntlich. Die stärkeren Stämme jedoch erscheinen stets, wie man z. B. an dem Halse des Pferdes am deutlichsten wahrnimmt, mehr oder minder mit Lymphe angefüllt. Da diese, wie wir sehen werden, sehr wässerig ist, so muß sie aus dem Blute (und der Ernährungsflüssigkeit, so wie aus den an freien Oberflächen befindlichen Lösungen), so weit dieses das Absorptionsvermögen des Blutes für verschiedene Substanzen gestattet, Materien anziehen. Wir können daher auch hier die Einsaugung als einen chemischen Act der Attraction zwischen verdünnteren und dichteren Flüssigkeiten, welche bei Gegenwirkungen der Schwere so gut als gänzlich die Effecte des Druckes überwinden wird, ansehen. Es müssen sich daher die Lymphgefäße des untersten Theiles des Unterschenkels eben so gut als die der Kopfhaut unter geeigneten Verhältnissen mit einer stets größeren Menge von Fluidis füllen. Wichtiger werden die Momente des Druckes. Da alle inneren Theile dicht an einander liegen, einander gegenseitig drücken und nicht, wie in der Leiche nach Wegnahme der Haut, einer solchen Pression zu einem großen Theile entbehren, so wird dieses Moment schon von vorn herein nicht nur jeder übermäßigen Lymphanhäufung entgegenstehen, sondern auch die Flüssigkeit in den Gefäßen weiter befördern. Verstärkt sich aber dieser Druck an einer Stelle auf irgend eine Art, so wird dadurch, so lange er keinen zu hohen Grad erreicht, die Einsaugung local vermehrt und umgekehrt durch Verminderung der Pression verkleinert werden. Daher umwickeln wir auch z. B. ein Geschwür, um dessen Absonderung zu verringern und dessen Heilung zu befördern, genau mit Heftpflasterstreifen, während wir zum Aussaugen des Blutes aus einer vergifteten Wunde einen Schröpfkopf aufsetzen. Die verschiedenartigen Druckverhältnisse, welche bei den verschiedenen Körperbewegungen entstehen, müssen ähnlich wirken und bald die Einsaugung fördern, bald dagegen dieselbe verlangsamen. Zieht sich ein Muskel zusammen und gewinnt dadurch auf Kosten seiner Länge an Breite und Dicke, so muß er, wenn nicht die ihn einschließende Fascia oder die ihn umgebende äußere Haut entsprechend nachgiebt, einen Druck auf seine Nachbartheile ausüben. Es wird dadurch eine stärkere Einsaugung als an der Stelle, wo die Muskeln erschlafft sind, eintreten können.

Gelangen in Folge der Kraftäußerung des Muskels umgesetzte Stoffe in die Ernährungsflüssigkeit, so wird zugleich deren Fortschaffung auf diese Art begünstigt.

Die Fortbewegung der Lymphe in den Lymphgefäßen erfolgt 297
ebenfalls auf dieselbe Art wie die des Chylus in den Chylusgefäßen. Die Wandungen der Lymphgefäße sind dehnbar und zugleich contractil. Sie lassen daher leicht verschiedene Mengen von Flüssigkeitssäulen in sich emporsteigen und wirken durch ihren Druck zu deren Fortbeförderung. Diese wird dann noch durch die eben erwähnten Pressionsverhältnisse der Organe wesentlich begünstigt. Die Klappenorganisation und der Mechanismus der Ventile ist der gleiche, wie er schon bei den Chylusgefäßen geschildert worden. Nur scheint sich deren Häufigkeit und Vollkommenheit nach den mannigfaltigen Bedürfnissen verschieden zu gestalten, obgleich es hier wie bei den Milchgefäßen oft vorkommt, daß zwei benachbarte Stämme sehr abweichende Klappenverhältnisse darbieten. In den feineren und feinsten Gefäßen fehlen sie nicht selten, wahrscheinlich weil bei der Kleinheit und vorzüglich bei dem geringen Breitendurchmesser der Flüssigkeitssäule die chemische Anziehung, welche die Einsaugung bedingt, Fluidum genug liefert und das schon Vorhandene daher fortstößt. Oft dagegen werden sie schon hier unter dem Mikroskope kenntlich. An den Einmündungsstellen von Seitenästen in Hauptstämme bilden sie meist einfache und keine doppelten Falten, welche hinreichen, um den Rücktritt der Lymphe in die Nebenzweige zu verhüten. Bisweilen sind sie unvollkommene herumgehende Säume, welche bei einiger Ausdehnung nicht vollständig ventilartig wirken und einen Theil der Flüssigkeit zurücktreten lassen. Diesen Fall haben wir z. B. in der Leber (Lauth)[1]. Obgleich wir nun die Ursache dieser unvollständigeren Einrichtung noch nicht speciell durchschauen, so kann man sich ihr Vorkommen im Innern compacter Organe, wie der Leber, dadurch vielleicht zum Theil erklären, daß sie hier unter einem solchen Drucke stehen, daß eine übermäßige Füllung derselben im Leben nur äußerst selten eintritt. Allein selbst wenn diese Vorstellung, was noch in hohem Grade dahin gestellt bleibt, richtig ist, so erläutert sie immer nicht die so sehr bedeutenden Variationen, welche die Klappen der Lymphgefäße an jeglichem Theile des Körpers so häufig darbieten. Im Durchschnitt sind die Ventile im menschlichen Organismus in Längendistanzen von $^1/_{15}$ bis $^1/_2$ Zoll vertheilt. Diese scheinen da, wo häufigere Verwickelungen der Saugadern existiren nnd daher die Bewegung langsamer und der Widerstand größer wird, im Allgemeinen häufiger verkürzt zu werden. So z. B. betrug an einem und demselben Leichname die Entfernung zwischen je zwei Klappen in den Lymphgefäßen des Unterschenkels $^1/_{10}$ — $^1/_5$ — $^1/_2$″, in denen des Oberschenkels $^1/_{15}$ — $^7/_{15}$″, dagegen in den zwischen den Leistendrüsen befindlichen Saugadern nur $^1/_{20}$ — $^1/_5$″, in den Geflechten an dem Promontorium und über demselben $^1/_{25}$ — $^1/_3$″ und in der Cysterna chyli $^1/_{25}$ — $^3/_{10}$″, im Milch-

---

[1]) Henle allgemeine Anatomie. S. 553.

brustgange aber 4/15 — 14/15'' und mehr. Allein daß hier keine ganz bestimmten Gesetze herrschen, lehrt der Umstand, daß oft in einem und demselben Gefäße ein größerer klappenloser Zwischenraum, der sogar bis auf 5 — 6 Zoll Länge steigen kann, auf zwei einander mehr genäherte Klappen folgt. In einzelnen Leichen ist diese Ventileinrichtung in dem Grade unvollständig, daß man die Saugadern eines großen Theiles des Körpers von dem Milchbrustgange aus in centrifugaler Richtung füllen kann [1]). Hieraus scheint sich aber zu ergeben, daß die Klappenorganisation der Lymphgefäße überhaupt nur als eine bedingte Nothwendigkeit angesehen werden muß.

298 Der Durchtritt der Lymphe durch die Lymphdrüsen bietet nicht minder dieselben wesentlichen Momente wie der des Chylus durch die Chylusdrüsen dar. An der Uebergangsstelle des Milchbrustganges in die Schlüsselbeinvene, so wie an dem Eintritte des Kopfstammes in das Venensystem ist die Ventilation ähnlich wie bei der Einmündung der Seitenzweige in den Hauptstamm eines Lymphgefäßes, so daß zwar die Lymphe in das Blutgefäß eindringen, das Blut dagegen nicht in die Saugader überzutreten vermag. Die Ventile sind hier meist in doppelter Zahl vorhanden. Besondere Lymphherzen kennt man bis jetzt weder bei dem Menschen noch bei den Säugethieren. Wo sie bei Reptilien vorkommen, finden sie sich an den Uebergangsstellen der Lymphgefäße in Venen.

299 Es läßt sich nach dem, was schon bei dem Chylus angeführt wurde, von vorn herein erwarten, daß die Lymphe mehr Wasser als der Chylus und das Blut führen und überhaupt einen großen Flüssigkeitsgehalt darbieten werde. Dieses bestätigt auch die Erfahrung. Die aus einem verletzten Lymphgefäßstamme entnommene Lymphe des Fußrückens eines Menschen ergab 96,926 % (Marchand und Colberg), andere menschliche Lymphe 96,10 % Wasser (L. Gmelin) [2]). Bei einem Pferde, das 24 Stunden vor dem Tode gefastet und unmittelbar vor demselben nur 4 ℥ Bleizucker in Wasser, etwas Kleie, Alkannatinctur und Kampfer erhalten hatte, zeigte die Lymphe des Lendengeflechtes einen Wassergehalt von 96,10 %, die des Milchbrustganges dagegen einen solchen von 94,98 %. Bisweilen jedoch finden sich auch Ausnahmen von diesen Verhältnissen. Die Beckenlymphe eines mit Hafer gefütterten Pferdes z. B. ergab 96,77 %, die des Dickdarmes 95,90 % und die des Milchbrustganges 96,79 % Flüssigkeit (Tiedemann und Gmelin) [3]). In dem Inhalte des Milchbrustganges

---

[1]) Cruikshank Geschichte und Beschreibung der einsaugenden Gefäße oder der Saugadern des menschlichen Körpers. Aus dem Englischen von C. F. Ludwig. Leipzig. 1789. 4. S. 61.

[2]) Berzelius Thierchemie S. 158. F. Simon Handb. d. angewandten med. Chemie. Bd. II. S. 239. Es ist jedoch auffallend, daß diese menschliche Lymphe denselben Gehalt an Wasser und an Faserstoff, nicht aber an Eiweiß wie eine von C. Gmelin untersuchte Pferdelymphe (Tiedemann und Gmelin die Verdauung. Bd. II. S. 68) darbietet. Die Originalquelle der obigen Gmelin'schen Analyse der Menschenlymphe ist mir unbekannt geblieben.

[3]) a. a. O. Bd. II. S. 68, 72 und 73.

eines Erhenkten wurden sogar nur 90,48 % Wasser angetroffen (Nees)[1]). Denken wir uns diese so sehr wässerige Lymphe gewissermaßen im Momente ihres Entstehens, so wird sie aus der Ernährungsflüssigkeit und dem Blute Eiweiß und Faserstoff anziehen und bei relativ reicherem Albumingehalte nur mehr Fibrin aus dem letzteren aufnehmen. Sie kann dann auf diesem Wege, wie auch die Erfahrung bekräftigt, an Faserstoff relativ reicher als das Blut werden. Dieses enthält bei dem Menschen im Durchschnitt 0,21 % desselben. Der Fibringehalt der oben erwähnten Lymphe des Fußrückens betrug aber 0,52 %. In der Flüssigkeit des erwähnten hungernden Pferdes betrug die Menge des Kuchens, d. h. des Faserstoffes mit dem mechanisch eingeschlossenen Theile der Lymphkörperchen, 0,25 %, im Milchbrustgange 0,42 %. Bei zwei anderen nüchternen Pferden ergab die trockene Placenta der Flüssigkeit des Ductus thoracicus 1,00 % und 1,75 %. Das Pferdeblut führt aber im Durchschnitt nur 0,28 %. Hieraus folgt dann einerseits, daß die Lymphe meist gerinnbarer als das Blut sein müsse und daß sie im Allgemeinen im nüchternen Zustande oder bei erhöhter Aufsaugung in fibrinhaltigen Organtheilen faserstoffreicher wird. Der Eiweißgehalt muß natürlich nach der oben angeführten Theorie geringer als der des Blutes erscheinen. Dieses führt bei dem Menschen im Durchschnitte 6,5 % bis 6,9 % Albumin, die Fußrückenlymphe dagegen nur 5,736 %. Im Blute des Pferdes existiren im Durchschnitt 8 % Eiweiß, während sich in der Lymphe des Lendengeflechtes des hungernden Thieres nur 2,95 %, in der des Milchbrustganges 3,74 % vorfanden. Was das Fett betrifft, so läßt sich erwarten, daß es nur dann, wenn das Blut oder die Ernährungsflüssigkeit mit ihm gleichsam übersättigt sind, in die Lymphe übertreten werde. Hiermit stimmt auch, daß in der des Beckens, des Lendengeflechtes und der Saugadern des Dickdarmes gar kein Fett oder nur Spuren desselben gefunden wurden. Wenn aber die Fußrückenlymphe des Menschen 0,264 % Fett, also ungefähr $\frac{7}{10}$ von dem, was das Blut zeigt (= 0,374 %), darbot, so läßt sich vielleicht, die Richtigkeit der Lymphanalyse vorausgesetzt, vermuthen, daß die etwa vorhandene Abmagerung oder andere Umstände einen größeren Reichthum an fettigen Substanzen im Blute und mittelbar in der Lymphe bedingt haben. Endlich kann man aus den schon bei dem Chylus angeführten Ursachen mit Recht erwarten, daß die Lymphe eine verhältnißmäßig bedeutende Menge von Salzen enthalten werde. In der That ergab auch die des Pferdes 0,84 % (Chevreul) bis 1,434 % (Leuret und Lassaigne)[2]). Das Blut desselben dagegen besitzt im Durchschnitte nur 0,695 % feuerbeständiger Elemente[3]).

Für die Aufnahme von Substanzen in die Lymphe gelten fast 300
dieselben Normen, welche schon früher für den Chylus angeführt wurden. Jedoch ist natürlich das Bereich, von welchem aus die Lymphgefäße ein-

---

1) Froriep's neue Notizen Nr. 483. 324.
2) Henle a. a. O. S. 418.
3) H. Nasse a. a. S. 234.

saugen können, größer als das der Milchsaftgefäße. Denn nicht bloß Stoffe, welche in Solutionsform an der äußeren Haut und an den inneren freien Oberflächen dargeboten werden, sondern auch alle inneren Theile mit den in sie eingebrachten Substanzen überhaupt vermögen dem Aufsaugungsprocesse der Lymphgefäße anheimzufallen. So gut sich aber die allgemeinen Verhältnisse, welche hier auftreten, angeben lassen, so sehr stößt man bei der Darstellung der Details aus Mangel an Material auf erhebliche Schwierigkeiten. Denn noch besitzen wir keine vergleichenden quantitativen Analysen der Lymphe, welche unter verschiedenen bekannten Resorptionsverhältnissen gebildet werden. Es lassen sich daher nur vorläufig einzelne fragmentarische Thatsachen anführen.

301 Im ganz gesunden Körper ist die Menge der Lymphe, wie z. B. die größeren Halsstämme des Pferdes lehren, äußerst variabel. Dieser Unterschied der Füllung der Lymphgefäße kann durch eine erhöhte Schnelligkeit des Abflusses oder durch eine verminderte Aufsaugung bedingt sein. Einzelne Krankheitszustände dagegen bieten nicht selten die Eigenthümlichkeit dar, daß sie sich mit einer größeren oder geringeren Füllung der Lymphgefäße verbinden. Aus diesem Grunde z. B. lassen sich diese an den Leichnamen von Wassersüchtigen eben so leicht auffinden als injiciren, während bei Schindsüchtigen, welche nicht hydropisch sind, eher das Gegentheil beobachtet wird. Wir können uns die Ursachen dieser Differenz folgendermaßen denken. In der Wassersucht setzt das verdünntere Blut eine mit organischen Stoffen sehr geschwängerte Flüssigkeit in die inneren Hohlräume des Körpers ab. Das Ernährungsfluidum selbst erscheint häufig diluirt und bedingt die Infiltrationserscheinungen des Zellgewebes, welche wir in solchen Fällen wahrnehmen. Eine Mischung der Art z. B., welche durch einen in die unteren Extremitäten gemachten Einschnitt erhalten wurde, ergab 97 % Wasser. Die bei Hydrops abgezapften Flüssigkeiten haben meist ein spec. Gewicht von 1,01 bis 1,02 (F. Simon)[1] und besitzen nur 1 bis 2 % fester Stoffe. Die Lymphe des Fußrückens dagegen führt bei Gesunden 96,1 % Wasser. Einerseits nun nimmt immer aus Gründen, die wir noch nicht kennen, die Lymphe wässerigere Stoffe aus ihrer Umgebung auf und anderseits wird sie als ursprünglich concentrirtere Flüssigkeit gerade unter jenen Verhältnissen am leichtesten ihr Volumen vergrößern können. Empfängt auch das noch concentrirtere Blut der Venen mehr von dem durch die arteriellen Capillaren ergossenen Fluidum, so bleibt wahrscheinlicher Weise noch immer eine hinreichende Menge desselben für die vollständigere Füllung der Lymphgefäße übrig. Das Blut von Schwindsüchtigen dagegen enthält 75 bis 82 % Wasser. Bei diesem Concentrationsgrade desselben und bei der geringeren Ausscheidung wird dann aber den lymphatischen Gefäßen nur wenig zur Aufnahme übrig bleiben. Ihr Inhalt dagegen wird vermuthlich, wie bei hungernden Individuen, an Proteinkörpern reicher sein.

---

[1]) F. Simon Handbuch der angewandten medicinischen Chemie. Bd. II. S. 581. 82.

Wie schon bei Gelegenheit des Chylus angeführt wurde, scheint das 302
Blut zu einzelnen Salzen und zu manchen Farbe- und Riechstoffen eine größere Verwandtschaft als der Inhalt der lymphatischen Gefäße zu besitzen. Sublimat, blausaures Eisenkali, Kampher, Rhabarber wurden, nachdem sie in das Blut eingespritzt worden, in diesem, nicht aber in dem Chylus wiedergefunden. Eben so fehlten unter ähnlichen Verhältnissen das Blutlaugensalz und die Rhabarber in der Lymphe. Jod, Stärkmehl, Asa foetida dagegen konnten in keiner der genannten Flüssigkeiten nachgewiesen werden (Westrumb)[1]. Eine andere frühere Reihe hierher gehörender Versuche gab zum Theil abweichende Resultate. Eisenkaliumcyanür und schwefelsaures Kali, so wie Blei kehrten in dem Blute der Gekrösvenen des Hundes wieder. Eben so fand sich Eisen in dem Inhalte der Blutadern des Mesenterium eines Pferdes, welches Eisenvitriol erhalten hatte[2]. Auf gleiche Weise erschien auch bei dem Hunde in dem Blute der Milzvene blausaures Kali und Blei und bei diesem, wie bei dem Pferde Eisen wieder. Vielleicht, daß sogar Quecksilber und Baryt ebenfalls in dasselbe eintreten[3]. Das Pfortaderblut des Hundes zeigte in geeigneten Fällen Eisenkaliumcyanür, schwefelsaures Kali und Eisen, das des Pferdes unter denselben Verhältnissen Eisenverbindungen[4]. In der Flüssigkeit des Milchbrustganges waren weder das Blei, noch das Quecksilber, noch der Baryt kenntlich. Dagegen enthielt sie bei einem Pferde, welches schwefelsaures Eisen erhalten hatte, eine Eisenverbindung. Sie führte auch in einem Falle blausaures und in einem zweiten schwefelblausaures Kali (Tiedemann und Gmelin)[5]. Hieraus können wir schließen, daß wahrscheinlich nur dann, wenn das Blut mit einem Salze übersättigt und dieses in größerer Menge in dem Liquor sanguinis aufgelöst ist, die genannten Salze in den Chylus und die Lymphe übergehen. Für die gewöhnlichen Salzverbindungen, wie das Kochsalz, die kohlensauren Alkalien u. dgl. gelten vermuthlich dieselben Folgerungen, welche schon bei dem Chylus angeführt worden. Mit den künstlichen Farbe- und Riechstoffen fallen die physiologischen Versuche exclusiver aus. Bei Pferden und Hunden kehrten in dem Blute der Gekrösvenen der Indigo, der Farbestoff, die Rhabarber, der Kampher, der Moschus, in dem der Milzvenen die Rhabarber, der Alkohol, der Moschus und in dem der Pfortader der Indigo, der Rhabarber, der Campher, das Oleum animale Dippelii und der Moschus wieder. Nach Verabreichung von Indigo, Färberröthe, Rhabarber, Cochenille, Lacmustinctur, Alkannatinctur, einer Lösung von Gummigutt, von Saftgrün, von Weingeist, Campher, Moschus, Terpentingeist, Oleum

---

[1]) A. H. L. Westrumb physiologische Untersuchungen über die Einsaugungskraft der Venen. Hannover 1825. 8. S. 23—26.

[2]) Fr. Tiedemann und L. Gmelin Versuche über die Wege, auf welchen Substanzen aus dem Magen und Darmcanal ins Blut gelangen, über die Verrichtung der Milz und die geheimen Harnwege. Heidelberg. 1820. 8. S. 69.

[3]) a. a. O. S. 71.

[4]) a. a. O. S. 73.

[5]) a. a. O. S. 64.

animale Dippelii, Asa foetida und Knoblauch konnte keine Spur in dem Fluidum des Milchbrustganges aufgefunden werden (Tiedemann und Gmelin)[1]). Bei der Gelbsucht dagegen sind nicht selten die Lymphgefäße mit einer gelblichen Flüssigkeit gefüllt. Wir haben dann eine Durchtränkung der einzelnen Organe mit einem gelblichen Fluidum, welches vielleicht verdünnter als die ursprüngliche Lymphe ist und auf dieselbe Weise wie bei Wassersüchtigen in die Lymphgefäße übergeht.

303 Eine besondere Betrachtung erfordert endlich der bei der Aufsaugung narkotischer Gifte vorzugsweise Statt findende Uebergang der betäubenden Substanzen in das Blut und das mehr ausschließende Verhalten derselben gegen den Chylus und die Lymphe. Isolirte man z. B. bei einem gefütterten Hunde, dessen Chylusgefäße gefüllt waren, ein 12 Zoll langes Darmstück, trennte alle Lymphgefäße, unterband sämmtliche Blutgefäßstämme bis auf eine Gekrösarterie und eine Gekrösvene, spritzte in das Innere der Darmschlinge 2 Unzen einer Abkochung von Brechnuß ein, hielt die Flüssigkeit durch Ligaturen zurück und brachte den Darmtheil von Neuem in die Unterleibshöhle, so äußerte das Gift nach 6 Minuten seine vollständige Wirkung (Magendie). Wurden dagegen in einem Gegenversuche die Chylusgefäße erhalten, die Blutgefäße aber mit Ausnahme einer Arterie und einer Vene unterbunden, schnürte man dann die letztere für sich ebenfalls zu und brachte in den Darm ½ Drachme Extractum nucis vomicae ein, so war selbst nach einer Stunde noch keine Wirkung eingetreten. Wurde dagegen die Vene losgebunden und auf diese Art der Kreislauf wieder hergestellt, so zeigte sich die Vergiftung nach 6 Minuten (Segalas)[2]). Unterband man bei einem Kaninchen die Bauchaorta und applicirte in die Wunde eines Schenkels blausaures Kali, in eine solche der anderen Hinterextremität dagegen Angustura-Absud, so reagirte der Harn zwar auf das blausaure Eisensalz; allein es zeigte sich kein Symptom von Vergiftung. Wurde die Ligatur nach 70 Stunden gelöst, so erfolgte jene binnen Kurzem (Emmert, Henle u. Behr)[3]). Aehnliche Versuche sind auch mit anderen narkotischen Giften z. B. Brechnuß und Strychnin, angestellt worden (Schnell, Schnabel, Westrumb, Henle u. Behr). Mit Recht schloß man aus diesen Erfahrungen, daß hier keine besondere organische Wahlanziehung Statt finde, daß vielmehr der ganze eigenthümliche Erfolg wahrscheinlich nur durch die Narkotisation der Chylus- oder der Lymphgefäße bedingt werde (Henle). Für die Fortbewegung des Blutes wirken drei ihrem Grade nach sehr verschiedene Ursachen, nämlich 1) die durch Einsaugung von Fluidis eintretende Vermehrung der Blutmenge, 2) der durch die Contractilität der Venenwandungen ausgeübte Druck und 3) die Kraft des Herzens. In den Chylusgefäßen fehlt das letztere Moment. Ist verhältnißmäßig kein großes Flüs-

---

[1]) a. a. O. S. 61 und 63.

[2]) Kürschner a. a. O. S. 39. 40.

[3]) Henle allgemeine Anatomie S. 562. 63. Behr in Henle und Pfeuffer Zeitschrift für rationelle Medicin. Bd. I. 1842. 8. S. 37.

sigkeitsquantum aufzunehmen, so verschwindet auch das erstere Verhältniß so gut als gänzlich. Es bleibt daher nur die Contractilität der Lymphgefäßwandungen übrig, während bei dem Blute das Hauptmoment, die Druckkraft des Herzens, nie mangelt. Da nun aber der Einfluß der Narcotica die Gefäßwände lähmt, so kann dann das Gift nicht fortgeschafft werden. Sind die Blutgefäße unterbunden, so tritt das gleiche Verhältniß ein. Dauert dagegen der Kreislauf fort, so wird die betäubende Substanz rasch in dem Körper verbreitet und übt ihre schädlichen Wirkungen früher oder später aus. Nach diesem Principe erklärt sich auch eine andere Modification dieser Versuche. Bringt man nämlich bei einem Kaninchen nach Unterbindung der Aorta unterhalb des Abganges der Nierenarterien in eine und dieselbe Schenkelwunde Eisenkaliumcyanür und eine Lösung von essigsaurem Strychnin, so zeigt sich nicht nur keine Vergiftung, sondern es fehlt sogar meistentheils das blausaure Eisensalz im Urin. Bisweilen jedoch erscheint es auch in geringerer Menge im Harne (Henle u. Behr)[1]. Da hier die Druckkraft des Herzens aufgehoben, die Menge der Flüssigkeit verhältnißmäßig nicht sehr bedeutend und überdies die Contractilität der der Wunde benachbarten Venenwandungen gelähmt ist, so kann weder das Eisensalz, noch das Strychnin eine allgemeinere Verbreitung im Körper finden. Ohne Verbindung mit dem Strychnin würde das Eisenkaliumcyanür, sobald es in die Lymphe übergegangen, durch die Contractilität der Lymphgefäßwandungen weiter befördert, endlich dem noch kreisenden Blute beigemischt und so durch den Urin ausgeschieden werden. Indem aber das Norcoticum die Lymphgefäße local lähmt, ist dieses erschwert bis unmöglich macht. Daß bisweilen das Eisensalz dennoch in dem Harn existirt, ohne daß Vergiftungssymptome eingetreten, scheint daher zu rühren, daß das Eisenkaliumcyanür in größerer Menge angewandt oder vor der Wirkung des Strychnins zum Theil aufgenommen worden ist. Zugleich erhellt aber aus diesen Versuchen, daß die Lymphe nicht bloß durch den Druck der benachbarten Theile, sondern auch durch die Contractilität der Gefäßwandungen weiter befördert wird und daß das erstere Moment allein zu einer vollständigen Wirkung nicht hinreicht.

Vermöge dieser Aufsaugungsprocesse aber stellen die Lymphgefäße nicht 304
nur das Gleichgewicht im Blute, sondern auch in der die Organe durchtränkenden Ernährungsflüssigkeit her, so daß diese weder zu sehr angehäuft noch zu concentrirt wird. Scheiden sich auch durch die Thätigkeit der Organe Stoffe aus, so wird es durch die Wirkung der Lymphgefäße bedingt, daß sowohl das Blut als das Ernährungsfluidum möglichst gleichförmig bleiben. Halten wir diese Vorstellung fest, so werden uns auch die in der Lymphe vorkommenden Substanzen erklärlicher. Denn da die von den Organen abtretenden Elemente zu einem großen Theile in sie gelangen, so werden auch ihre Bestandtheile von dieser Quelle mehr oder minder abhängen. Nun können wir annehmen, daß unter allen Festgebilden des

---

[1] a. a. O. S. 39—43.

Körpers in einer und derselben Zeit die Knochen die geringste und die musculösen Theile die stärkste Umsetzung erleiden. Diesem entsprechend finden wir dann auch, daß die Lymphe immer mehr oder weniger Proteinkörper führt und daß sich dagegen in ihr bei dem Pferde z. B. die Mengen des Kochsalzes (= 0,61 %) und des kohlensauren Natron (= 0,18 %) zu denen der Erdsalze, wie des phosphorsauren Kalkes und Talkes nebst der kohlensauren Kalkerde (= 0,05) wie 1 : 0,29 : 0,08 verhalten. Diesem entsprechend sind auch die Lymphgefäße der Knochen sparsamer als die der Weichgebilde.

Bei mannigfaltigen krankhaften Zuständen kann das Gleichgewicht zwischen der Ernährungsflüssigkeit oder dem Ausscheidungsproducte aus dem Blute und der Aufnahme durch die Saugadern gestört werden [1]). Es erzeugen sich dann hierdurch mannigfache eigenthümliche Erscheinungen. 1) Schwitzt aus dem Blute eine bald gerinnende Masse oder eine solche, welche binnen kurzem viele festere Körperchen absetzt, aus, so werden die Lymphgefäße unmittelbar nur das Flüssige aufnehmen können, das Festere dagegen vorläufig zurücklassen müssen. Diesen Fall sehen wir z. B. bei vielen hierher gehörenden Exsudaten. Entstehen z. B. in Folge einer Lungenentzündung Ergüsse in einen Pleurasack, so gehen sie oft, wenn sie bloß flüssig sind, sehr rasch davon. Bilden sich aber neben oder aus einem solchen Fluidum feste Bänder, welche z. B. das Lungenfell mit dem Rippenfell verkleben, so bleiben diese häufig das ganze Leben hindurch. In jedem Falle erhalten sich sich aber länger als die flüssigen Ausschwitzungen. Entzündet sich ein Theil, so giebt das Blut nach außen mehr ab. Das Quantum der Ernährungsflüssigkeit wird vergrößert. Es entsteht Geschwulst, weil eine größere Menge, als die Saugadern innerhalb derselben Zeit aufzunehmen im Stande sind, in die Interstitien der Gewebe hervortritt. Die Anschwellung selbst wird um so größer, je mehr die Laxität des Theiles die Aufnahme des Ausgeschwitzten begünstigt. Diese Bedingung tritt aber bei dem interstitiellen und vorzüglich bei dem Unterhautzellgewebe am meisten ein. Daher auch die äußere Haut, welche dann mechanisch gedehnt wird und auch bis auf einen gewissen Grad nachgiebt, selbst unter leichteren Verhältnissen bedeutende Veränderungen zu erleiden vermag. Daher z. B. in Folge des Schmerzes in einem einzigen Zahne eine ausgedehnte Geschwulst der ganzen Wange entsteht. Bleibt aber das Exsudat flüssig, so können die Saugadern, sobald sie nur Zeit gewinnen und wenn nur die fernere Ausschwitzung aufhört, nach und nach allein oder in Verbindung mit dem Blute das Ergossene wieder aufnehmen. Wir sehen daher häufig Anschwellungen in etwas längerer Zeit, als sie zu ihrer Bildung brauchten, wiederum verschwinden. Lagern sich dagegen Exsudat- oder Eiterkörperchen zugleich mit den flüssigen Massen ab oder entstehen sie bald darauf aus ihnen, so verändern sie die Verhältnisse auf eine wesentliche Weise. Hört die Ursache, welche die Ausschwitzung bedingt, auf, so wird das Flüssige resorbirt, das Feste bleibt zurück. Es erzeugt sich eine sogenannte Verhärtung. Später kann diese von selbst oder durch geeignete Heilmittel allmälich löslich gemacht und so resorbirt werden. Es entsteht dann im Laufe der Zeit eine Zertheilung der Geschwulst. Dauert aber die Ausschwitzung aus dem Blute fort, so häuft sich zugleich mehr Flüssigkeit an. Es bildet sich auf diese Art Eiter oder ein Absceß, der sich so lange vergrößert, bis er den Widerstand der benachbarten Theile überwindet und auf solche Art aufbricht. Kommt es zur Heilung, d. h. hat die fernere Exsudation aus dem Blute ihr Ende erreicht, so wird wiederum die Eiterflüssigkeit früher als das Feste resorbirt. Es schlagen sich daher die dichteren Theile nieder und organisiren sich zu Fleischwärzchen. Tritt dasselbe bei einem Abscesse, welcher nicht aufgebrochen, ein, so erzeugt sich natürlich zuerst durch Resorption des Flüssigeren eine härtere Geschwulst, die später langsamer schwindet oder auch verbleibt.

Bei allen diesen Erscheinungen aber dürfen wir die Verhältnisse des Blutes nicht aus den Augen lassen. So lange der entzündliche Zustand und die inflammatorische Aus-

---

[1]) Siehe **Henle** in seiner u. **Pfeuffer's** Zeitschrift für rationelle Medicin Bd. I. S. 72 — 87.

schwitzung dauert, ist die Blutmasse concentrirter. Die Lymphe wird daher aus dieser relativ mehr feste Stoffe aufnehmen als direct aus der Ernährungsflüssigkeit, oder vielmehr diese wird momentan concentrirter sein als sie uns später erscheint. Hört dagegen jene Beschaffenheit des Blutes auf, so wird die Resorption nicht nur dadurch, daß keine Vermehrung des Exsudates mehr Statt findet, leichter gemacht, sondern auch dadurch, daß die Ausschwitzung von den Saugadern stärker angegriffen werden kann, befördert. Daher solche Geschwülste, erst wenn sich die Entzündung vollständiger gelegt hat, schneller schwinden. Daß wir aber die Auflösung von Erhärtungen durch reizende Mittel befördern, hat darin seinen Grund, daß wir auf diesem Wege durch die Nachbartheile der Geschwulst mehr Blut durchführen oder, was dasselbe sagen will, das Exsudat der Einwirkung einer größeren Menge einer alkalischen Flüssigkeit aussetzen und hierdurch, da der geronnene Faserstoff mehr oder minder in verdünnten Alkalien und alkalischen Salzen löslich ist, die Verflüssigung der festen Ablagerung beschleunigen. Die Salze des Blutes, wie z. B. die kohlensauren Alkalien, das Chlorammonium u. dgl., werden diese Wirkungsweise mehr oder minder unterstützen. Ueberdies werden die Lymphgefäße selbst thätiger werden, und Blut und Lymphe werden so das Fremdartige schneller hinwegführen.

Aehnliche Verhältnisse wie bei den festeren Ausschwitzungen treten bei den inneren Blutergüssen auf. Hat z. B. ein Mensch einen Knochen gebrochen, so werden hierbei natürlich auch Blutgefäße der Beinhaut, der Markmembran und der Nachbartheile zerrissen. Es tritt Blut aus und gerinnt, obgleich langsamer und unvollständiger als außerhalb des Körpers. Das abgeschiedene Serum wird sehr rasch aufgesogen. Die festen Blutklumpen dagegen verschwinden nur allmälig, verdichten sich sogar und können sich in anderen Weichtheilen in diesem Zustande Monate und Jahre lang erhalten.

2) Treten aus dem Blute wässerige Stoffe in reichlicher Menge als die Saugadern aufnehmen können hervor, so wird sich das Wasser oder die abnorme Ernährungsflüssigkeit in den Interstitien der Gewebe anhäufen. Diesen Fall sehen wir z. B. bei der Wassersucht, deren Verhältnisse schon früher (§. 301) besprochen wurden.

3) Natürlicher Weise muß auch, wenn die Blutgefäße selbst normal ausscheiden, die Lymphgefäße dagegen zu wenig aufsaugen, ein Ueberschuß von Ernährungsflüssigkeit in den Zwischenräumen der Gewebe zurück bleiben. Dieser Fall kann z. B. bei der weißen Schenkelgeschwulst der Wöchnerinnen (Phlegmasia alba dolens), wenn die Lymphgefäße höher oben verengt oder verschlossen sind, eintreten. Es vermag auf diese Weise eine Ausschwitzung ins Zellgewebe, welche eine entzündungslose Volumensvergrößerung des Organes bedingte, zu entstehen. Eben so können die Anschwellungen bei Elephantiasis und anderen ähnlichen Leiden von solchen Ursachen herrühren. Zu gleicher Zeit erklären sich aus solchen Momenten manche Erfahrungen, welche der Chirurg bisweilen macht. Ein zu fester Druckverband z. B., der bei einem Bruche des Armes oder des Schenkels angelegt wird, erzeugt leicht Anschwellung der Hand oder des Fußes. Wenn man einer Frau einen Brustkrebs exstirpirt und das Leiden dann, wie gewöhnlich, in den Achseldrüsen wiederkehrt, so schwillt der entsprechende Arm sehr bedeutend an, weil wahrscheinlich die Saugadern in den Drüsen der Achselhöhle mehr oder minder verschlossen sind und daher bei der Integrität des Kreislaufes die Ausscheidung über der Auffaugung das Uebergewicht hat. Aus demselben Grunde stammen wahrscheinlich auch andere Anschwellungen, die wir bei carcinomatösen und anderen dyskrasischen Subjecten wahrnehmen. Auf die Verhältnisse der Skrophelkranken, welche scheinbar hiergegen sprechen, werden wir später zurückkommen. Es findet sich nicht selten, daß Frauen in Folge des Wochenbettes oder anderer Leiden eine der Phlegmasia alba dolens ähnliche, häufig sehr bedeutende Anschwellung des Armes bekommen. Wird dieser amputirt, so stellt sich oft noch vor der vollständigen Verheilung der Wunde eine gleiche Anschwellung am Stumpfe ein, weil wahrscheinlich, so wie der Weg nach außen verengt oder verschlossen wird, das Uebergewicht der Ausscheidung über die Resorption wiederum eintritt. Etwas ähnliches sehen wir bisweilen bei Oberschenkelamputirten, vorzüglich wenn vor oder nach der Operation die Leistendrüsen angeschwollen waren. In beiden Fällen können dann Exulcerationen am Stumpfe oder andere Mißverhältnisse als Nachwehen dieses Uebelstandes hervortreten. Endlich ist es auch noch denkbar, daß eine locale Zerreißung oder Lähmung von Lymphgefäßstämmen etwas ähnliches zu bewirken im Stande sei.

4) Beide Momente, die krankhaft vergrößerte Ausscheidung aus dem Blute und die verminderte Aufnahme in die Lymphe, können sich mit einander verbinden und so den

pathologischen Erfolg nur vergrößern. Dieses sehen wir z. B. wenn sich zu einer solchen, sogenannten lymphatischen Anschwellung eine entzündliche Complication hinzugesellt.

Nach der Aufnahme contagiöser Stoffe entzünden sich nicht selten die Lymphgefäße. Hat sich z. B. ein Arzt bei der Section eines Leichnames am Finger verletzt, so ereignet es sich bisweilen, daß unter nicht unbedeutenden Schmerzen Erscheinungen der Art auftreten. Man sieht dann die Lymphgefäße als rothe Stränge längs des Armes hinlaufen. Die Achseldrüsen vergrößern sich und es entsteht Anschwellung des Armes. Einzelne Personen haben eine besondere Empfänglichkeit für diese Art von Leiden. Bei der Pest nehmen die Lymphdrüsen, ohne daß eine Entzündung der Saugaderstämme nachgewiesen werden kann, an Volumen zu (Bulard). Aehnliche Verhältnisse sehen wir bei Syphilitischen, bei Individuen mit Skropheln, Krebs und anderen ähnlichen Leiden.

Muß endlich schon bei den Processen des gesunden Körpers wegen der fortwährenden Formveränderung der Organe eine anhaltende Auffsaugung Statt finden, so tritt diese bei mannigfaltigen Krankheitsfällen häufig in viel auffallenderm Maaße hervor. Zuvörderst polirt die Natur auch hier, ähnlich wie im gesunden Zustande. Hat sich z. B. in Folge eines Beinbruches ein Callus gebildet, so ist dieser anfangs unförmlicher und wird nicht selten später durch nachfolgende Resorption gleichsam zugestutzt. Schon bei den Normalverhältnissen wird das Fett, je nachdem erforderlich ist, ausgeschieden oder aufgesogen. Der Kranke magert durch Resorption des Fettes ab. Werden seine Muskeln dünner, so kann dieses nur durch Auffsaugung des Fettes oder des Zellgewebes oder des Perimysium oder einzelner Muskelfasern selbst erfolgen. Denn der kräftigste Mann hat im Durchschnitt keine breiteren Muskelfasern als das abgemagerte, schwächliche Mädchen. Ein 32jähriger Mann, der 16 Tage lang keine Nahrung irgend einer Art zu sich genommen hatte, zeigte eine solche Verminderung des Perimysium, daß einzelne Muskeln schon durch das bloße Auseinanderziehen mit dem Finger von einander vollständig isolirt werden konnten (Luchtmanns)[1]. Auf gleiche Art schwindet ein nervöser Theil, sobald diejenigen Parthieen, in welchen die peripherischen Enden seiner Primitivfasern liegen oder liegen sollen, unthätig oder sogar entfernt worden. Ist z. B. ein Auge längere Zeit erblindet, so erscheint der Sehnerve desselben dünner als der des anderen, welcher dem gesunden Bulbes angehört. Anhaltend gelähmte Theile haben meist zartere Nerven. Alle Organe in einem älteren Amputationsstumpfe sind magerer, als die entsprechenden gesunden Parthieen u. dgl. mehr. Ein großes Motiv der pathologischen Resorption bildet der Druck. Klopft und drückt z. B. eine Pulsadergeschwulst des Aortenbogens auf das Brustbein, so wird dieses immer mehr verdünnt und endlich durchbohrt. Wirkt eine Geschwulst anhaltend auf einen Knochen oder einen Knorpel, so entsteht durch locale Resorption ein Substanzverlust dieser Theile. Diese höhlen sich dann entweder aus oder werden sogar durchlöchert. Die Schnelligkeit der Auffsaugung wird aber unter sonst gleichen Verhältnissen dem Reichthum an Gefäßen in den schwindenden Theilen parallel gehen. Sie wird daher z. B. in den Knochen bedeutender sein als in den Knorpeln. Es werden z. B. durch Druck eher die knöchernen als die knorpeligen Rippen, eher die Wirbelkörper als die Zwischenwirbelknorpel resorbirt werden. Aus diesem Grunde kann z. B. bei Knochenfraß des unteren Endes des Oberschenkelbeines die innere Knochensubstanz schon fast gänzlich zum Schwinden gebracht sein, während der Knorpel noch unversehrt erhalten ist. Zu gleicher Zeit ersieht man hieraus, weshalb die gefäßreichere Marksubstanz eines Knochens früher und schneller als die dichte Rindensubstanz der Resorption und der Zerstörung anheimfällt. Findet aber eine Verflüssigung der Knochenmasse Statt, so müssen sich das Blut und die Ernährungsflüssigkeit mit Auflösungen von Kalksalzen gleichsam übersättigen, und diese werden daher in die Lymphe übergehen. Die Kalksalze setzen sich dann leicht in der Umgebung oder in den Wandungen der Lymphgefäße ab (Otto).

Natürlicher Weise wird die Geschwindigkeit der Auffsaugung von dem Widerstand, den der angegriffene Theil leistet, abhängen. Am leichtesten werden daher die Serosität und das Fett, dann das Zellgewebe und die Muskeln und zum Theil die Nerven, hierauf der lösliche Theil der Knochen, schwerer der Knorpel, die Sehnen und die festen Bänder angegriffen werden. Daß ein vorhergehendes krankhaftes Mürbwerden einzelner der genannten Gebilde die angeführte Reihenfolge stören könne, ergiebt sich von selbst.

---

[1]) J. J. A. Luchtmanns de absorptionis sanae atque morbosae discrimine. Trajecti ad Rhenum. 1829. 8. p. 29—31.

In den Lymphdrüsen kommen Lymphe und Blut in innigere und 305
ausgedehntere Berührung mit einander. Wir haben schon oben die Ursachen, weshalb die erstere hier langsamer fließt und in reichlicherem Maaße angehäuft wird, kennen gelernt. Es läßt sich vermuthen, daß auch das Blut ähnliche Erscheinungen in diesen Apparaten darbieten werde. Jedoch ist das Verhältniß der Blutgefäße zu den Saugadern in den Lymphdrüsen der Menschen noch zu wenig bekannt, als daß sich hierüber mit Bestimmtheit urtheilen ließe. In den frischen, mit Blut gefüllten Saugadern, welche z. B. in dem Winkel des Unterkiefers des Erwachsenen vorkommen, sieht man verhältnißmäßig breite, bisweilen gebogene Gefäßstämme, die sich, nachdem sie getheilt, zu relativ weitmaschigen Netzen verbinden. Es würde hiernach scheinen, als wenn in diesen Drüsen proportionell mehr Lymphe als Blut angehäuft würde. Allein es fragt sich, ob nicht außerdem noch feinere Capillaren vorkommen und ob jenes Verhältniß allgemeiner sei oder nach Verschiedenheit der Lymphdrüsen Modificationen erleide. Eben so wenig kann mit Sicherheit entschieden werden, ob die Lymphdrüsen bloße Convolute von Lymphgefäßen mit Blutgefäßen darstellen oder ob außerdem noch Absonderungsräume, wie z. B. in der Thymusdrüse, in ihnen vorkommen. Wie dem nun aber auch sei, so lehrt die Vergleichung des Chylus und der Lymphe vor und nach ihrem Durchgange durch die Saugaderdrüsen, daß in dem letzteren mehr oder minder wesentliche Veränderungen vor sich gehen. Diese lassen sich wiederum größtentheils auf eine der Erfahrung entsprechende Weise theoretisch bestimmen. Zunächst wird die Flüssigkeit bei ihrer Wechselwirkung mit dem Blute an festen Bestandtheilen gewinnen und daher concentrirter werden. Hierfür wurden schon früher die thatsächlichen Belege angeführt (§. 304). Betrachten wir nun aber zuvörderst die Lymphe allein, so wird sie Eiweiß abgeben und Faserstoff oder diesen und Blutroth aufnehmen. Der letztere Fall wird dann eintreten, wenn der Liquor sanguinis aus irgend einer Ursache eine erhebliche Menge von Hämatin abgeben kann. Die Lymphe wird daher, nachdem sie durch die Drüsen getreten, gerinnbarer erscheinen. Aus dieser Ursache wird sie auch später von vorne herein röthlicher sein, oder ihre Placenta röthet sich eher an der Luft, weil der Farbestoff, welcher sich mehr in dem Kuchen concentrirt (oder z. Thl. bildet?), durch den Sauerstoff der Atmosphäre intensiver wird. Es werden daher schon kleinere Mengen desselben unmittelbar in die Augen fallen. Bei dem Chylus müssen dieselben Verhältnisse eintreten. Allein der Fettgehalt desselben wird wesentliche Veränderungen herbeiführen können, indem er nicht nur eine größere Concentration bedingt, sondern auch einen Stoff bildet, welcher nach dem früher Erörterten langsamer von dem Blute aufgenommen wird. Der Milchsaft wird daher im Ganzen unter sonst gleichen Verhältnissen weniger Faserstoff und Blutroth enthalten und weniger Eiweiß abgeben. Auch dieses bestätigen die schon früher erwähnten Erfahrungen. Da nun, wenn keine Galle in den Darm kommt, ein bedeutendes Moment für die Fettbildung im Chylus verloren geht, so erklärt sich hieraus, weshalb diese Flüssigkeit bei Hunden, welchen der Gallengang unterbunden worden, eine röthere Pla-

centa als sonst darbot (Tiedemann und Gmelin) [1]. Endlich muß der Chylus (und die Lymphe?), wie auch die Erfahrung bestätigt, bei dem Durchgange durch die Drüsen an alkalischer Reaction gewinnen, oder er muß, wenn er sich anfangs gegen die gewöhnlichen Reactionspapiere neutral verhielt, in der Folge eine alkalische Beschaffenheit annehmen.

Bei krankhafter Beschaffenheit des Blutes und der Saugaderdrüsen werden diese Veränderungen der Lymphe ebenfalls auf abnorme Art erfolgen. Ist z. B. das Blut zu wässerig, so wird sich die dann in ähnlicher Art wasserreichere Lymphe weniger ausgleichen. Es wird aber kein Moment eintreten, um die Drüsen zu verstopfen. Wir finden sie daher bei Bleichsüchtigen offen und bei Wassersüchtigen sehr leicht durchgängig. Hat die Lymphe ein giftartiges Contagium aufgenommen, so wird dieses in den Lymphdrüsen am ehesten reizend wirken können. Wir sehen daher bei Syphilis, bei Pest, bei bösartigen Eiterungen Anschwellungen dieser Gebilde, selbst wenn die Saugaderstämme noch gesund erscheinen, eintreten. Bei der Scrophelkrankheit erfolgt das Gleiche. Wir finden hier die Lymphdrüsen des Körpers und bei Kindern, die schlecht oder unzweckmäßig ernährt werden, vorzüglich die Gekrösdrüsen mit einer käseartigen Ausschwitzung versehen. Diese können aber nicht gänzlich verschlossen sein, weil sonst die schon früher geschilderten Symptome der gehinderten Resorption eintreten müßten. Etwas der Art findet jedoch nicht Statt. Nähere anatomische und chemische Untersuchungen dieses Gegenstandes fehlen bis jetzt noch gänzlich.

306 Die Thätigkeiten der sogenannten Blutgefäßdrüsen, nämlich der Milz, der Schilddrüse, der Nebennieren und der Thymus sind zwar bis jetzt so gut als gänzlich unbekannt. Allein die Vermuthung, daß sie mit den Veränderungen des Chylus und der Lymphe in Beziehung stehen, hat noch den größten Grad von Wahrscheinlichkeit für sich. Die Saugadern der Milz verbinden sich mit denen des Gekröses, des Magens und z. Thl. der Leber und gehen dann in den Milchbrustgang über. Das Blutgefäßsystem der Milz ist dergestalt angeordnet, daß sich verhältnißmäßig sehr viel Blut in den Venen und den venösen Maschenräumen anhäufen kann. Denn injiciren wir eine Milz von der Milzblutader aus oder treiben die Masse von der Milzarterie nach den Venen über, so zeigt sich bei dem Aufschneiden des Organes der größere bis größte Theil desselben mit der Einspritzungsmischung gefüllt. Vermehrt man bei einem lebenden Hunde das Blutvolumen dadurch, daß man eine größere Wassermenge in eine Vene einspritzt, so nimmt bald die Milz sichtlich an Umfang zu (Magendie). Es muß daher die in dieselbe eintretende Lymphe eine größere Menge Blutes zu ihrer Wechselwirkung erhalten, gerinnbarer und röther werden. Dieses bestätigt auch die Erfahrung. An frischgeschlachteten Wiederkäuern z. B. findet man die Lymphe in allen oder in einzelnen oberflächlichen Saugadern nicht selten röthlich und mehr oder minder gerinnbar. Mischt sich aber diese schon blutähnliche Lymphe in dem Milchbrustgange mit der übrigen Flüssigkeit, so muß sie diese coagulabler machen, ihr eine röthliche Farbe mittheilen oder diese, wenn sie schon da ist, erhöhen, mit einem Worte das Ganze dem Blute mehr verähnlichen.

Hieran schließen sich dann noch einige den Chylus betreffende Folgerungen. 1) Bei einzelnen Thieren, wie z. B. der Schildkröte, gehen alle

[1]) Die Verdauung Bd. II. S. 80.

Saugadern des Dünndarmes zur Milz (Tiedemann). Hier muß also der Chylus ebenfalls schon eine dem Blute analoge Beschaffenheit erhalten. In wiefern etwas Aehnliches auch in dem menschlichen Körper existirt, verdiente noch näher bestimmt zu werden. 2) Zur Verdauungszeit füllt sich die Milz, wie man bei Hunden und Pferden sieht, mehr mit Blut, sie turgescirt (Dobson, Schwager-Bardeleben) und erigirt sich gleichsam (Gerber). Es muß in diesem Falle eine größere Menge blutähnlicher Lymphe von ihr aus den Flüssigkeiten des Ductus thoracicus beigemischt werden. Dieses ist aber gerade jetzt nothwendig, weil der Chylus selbst dem Blute heterogener als die reine Lymphe ist. Die Milz wäre hiernach ein bedeutenderes Assimilationsorgan für die Lymphe als die Lymphdrüsen, und gleichsam ein Correctionsapparat für die in dem Milchbrustgange enthaltene Flüssigkeit. Diese Ansicht wird durch einen (von Tiedemann und Gmelin angestellten) Versuch in hohem Grade unterstützt. Einem Hunde, dem die Milz mehrere Wochen vorher ausgeschnitten worden und der sich bis auf einige Abmagerung wohl befand, wurde 3½ Stunden vor dem Tode Semmel mit Milch und einer Auflösung von zwei Drachmen Eisenkaliumcyanür verabreicht. Der Chylus des Milchbrustganges erschien aber dann weiß, dünnflüssig und setzte neben sehr vielem Serum eine sehr geringe Placenta, welche sich erst nach längerer Einwirkung der Luft ganz schwach röthete, ab; mit einem Worte, es fehlte ihm die sonst durch die Thätigkeit der Milz bedingte Correction. Diese Hypothese macht aber zugleich die so unbedeutenden Folgen der so häufig geübten Milzausschneidung zum Theil erklärlich. Fehlt dieses Organ, so wird die Lymphe und der Chylus in einem heterogeneren Zustande in das Blut gelangen. Der Einfluß, welchen dieser Fehler hat, wird bei kräftigen Individuen leicht neutralisirt werden. Bei schwächlichern dagegen wird er erst nach längerer Zeit so tief eingreifen, daß bedeutendere schädliche Folgen daraus hervorgehen. Die Blutkörperchen ändern dann ihre Form auf keine bestimmt nachweisbare Art. Es erscheint keine Vermehrung des Appetites, keine Störung der Verdauung, keine verminderte, sondern eher, vorzüglich anfangs, eine verstärkte Absonderung der Galle, keine constant bemerkbare Vergrößerung der Lymphdrüsen, der Nebennieren und der Schilddrüse, keine Erhöhung des Geschlechtstriebes und keine Unfruchtbarkeit (Schwager-Bardeleben) [1]). Allein bei dem Menschen, wo sich freilich Desorganisationen der Milz so häufig mit Entartungen der Leber und mit anderen Leiden verbinden, treten eher pathologische Symptome, die immer von Abnormitäten der chemischen Beschaffenheit des Blutes herzurühren scheinen, hervor. Jenes Organ kann so sehr vergrößert sein, daß es von dem Zwerchfelle bis in das Becken hinabreicht. Nichts desto weniger dauert noch das Leben Jahre lang fort. Allein die Folgen dieses Zustandes sind außer den gewöhnlichen Unterleibsbeschwerden ein eigenthümliches blasses

---

1) Ad. Schwager-Bardeleben Observationes microscopicae de glandularum ductu excretorio carentium structura deque earundem functionibus experimenta. Berolini. 1841. 8. p. 44 — 47.

kachektisches Aussehen, oft auch skorbutische Zufälle, Hämorrhagien aus dem After, Blutbrechen, Petechien, Geschwüre, Blutschwäre u. dgl., mit einem Worte Erscheinungen, welche von einem zu großen Flüssigkeitsgehalte und einer Entmischung des Blutes herrühren.

Ueber die Function der Milzkörperchen lassen sich z. Z. noch keine näheren Ansichten aussprechen.

Die eigenthümliche gleichsam schwebende Lage der Milz vermag zur Erzeugung mannigfacher krankhafter Symptome beizutragen. Bei pathologischer Vergrößerung bedingt sie leicht Zerrung und Druck. Daher das Gefühl eines dumpfen Ziehens in dem linken Hypochondrium. Daher Kranke der Art oder solche, welche an entzündlichen Affectionen dieses Organes leiden, die Hand gegen jene Gegend anlegen, mehr mit dem rechten als dem linken Fuße ausschreiten und bei dem Gehen die linke Körperseite weniger heben und fallen lassen. Durch Druck der Milz auf den Magen entsteht leicht Uebelkeit und Erbrechen. Besitzt sie ein sehr bedeutendes Volumen, so kann sie auch das Herabtreten des Zwerchfelles bei dem Einathmen beeinträchtigen.

307 Ueber die Thätigkeiten der Schilddrüse, der Nebennieren und z. Thl. der Thymus lassen sich zur Zeit noch keine definitiven Ansichten feststellen. Die Erstere empfängt ihre verhältnißmäßig bedeutende hellrothe Blutmasse vorzugsweise vermittelst der oberen und der unteren Schilddrüsenschlagader aus der äußeren Carotis und der Schlüsselbeinarterie. Da sich aber hier nur sehr zahlreiche Capillararten vorfinden, größere venöse Maschenräume dagegen, wie sie in der Milz vorkommen, gänzlich fehlen, so scheint schon hieraus zu folgen, daß die Einwirkung des Blutes auf die Lymphe in der Schilddrüse eine andere als in der Milz sei. Unter allen Hypothesen, welche bisher über den Nutzen der Glandula thyreoidea aufgestellt worden, hat die Ansicht, daß dieses Gebilde ein Assimilationsorgan für die von dem Kopfe und dem Halse herabkommende Lymphe sei, die meiste Wahrscheinlichkeit für sich oder wenigstens keine sicheren Thatsachen gegen sich. Die Exstirpation der Drüse wird von Hunden und Ziegen [1]) und selbst von Menschen ohne erheblichen Nachtheil ertragen. Da sich aber in diesem Falle ohne andere Einflüsse keine größere Congestion nach dem Kopfe erzeugt, so ergiebt sich hieraus von selbst, daß die Schilddrüse, selbst wenn es ihre verhältnißmäßige Größe zuließe, kein Reservoir für die Ableitung des Blutes von dem Gehirn zu bilden vermag. Eben so wenig bedingt ihre Entfernung irgend eine erhebliche Folge für die Stimmbildung. Dagegen finden wir einen auffallenden und räthselhaften Zusammenhang dieses Organes mit den Geschlechtstheilen. Zur Pubertätszeit, in Folge zu häufigen Beischlafes, nach öfterer Schwangerschaft nimmt es an Volumen zu, während es sich bisweilen nach der Entmannung verkleinert. Mittel, wie Jod, welche den Umfang der Schilddrüse zu verringern im Stande sind, machen auch bisweilen die Brüste kleiner. Nichts desto weniger aber treten nach der Ausrottung der Glandula thyreoidea keine irgend beständigen, bedeutenderen Folgen in den Geschlechtstheilen hervor. Eben so unbekannt sind die Ursachen, welche die Kropfbildung bedingen. Hierbei

---

[1]) C. A. F. Bopp u. W. von Rapp über die Schilddrüse. Tübingen. 1840. 8. S. 14.

ist die Schilddrüse entweder einfach vergrößert oder sie zeigt erhebliche Erweiterungen ihres Gefäßsystemes, oder sie enthält verschiedenartige Ausschwitzungsproducte, Blasen, Blasenwürmer, krystallinische Gallenfettablagerungen, fettige und proteinhaltige Exsudatmassen, Concremente, welche jedoch keine wahre Knochenstructur zeigen, und andere fremdartige Gebilde. Bei größerem Volumen drückt sie leicht auf die Luftröhre, erregt rasselndes Athmen oder bedeutendere Störungen des Respirationsprocesses. In Gebirgsgegenden sind diese Entartungen der Schilddrüse um vieles häufiger als in ebenen Ländern. Ob, wie von medicinischer Seite vermuthet wird, der Mangel an Luftwechsel und die einseitigen Strömungen der Atmosphäre, welche vorzüglich in engen Thälern Statt finden, oder der Genuß zu vielen kalkreichen Wassers hieran Schuld sei, bedarf noch der genaueren Untersuchung. Unter diesen Verhältnissen verbindet sich leicht die Kropfbildung mit anderen in gebirgigten Ländern endemischen Leiden, wie z. B. mit dem Cretinismus.

Noch weniger Bestimmtes läßt sich über die Thätigkeit der Nebennieren aussagen. Sie können der Harnbereitung auf keine directe Weise dienen, weil das durch die Bauchaorta herabkommende Schlagaderblut zuvor diese Organe und dann erst die Nieren versorgt. Ihre Venen ergießen sich aber in die Hohlvene. Es kann daher auch keine Beziehung derselben zu den Processen der Gallenbereitung Statt finden. Da die inneren Gefäße der Nebennieren sehr gestreckt neben einander laufen und sich erst zuletzt in einem venösen Centralbassin sammeln, so läßt sich vielleicht denken, daß in diesem Organe ein eigenthümlicher Austausch zwischen der Lymphe und beiden Blutarten zugleich, dem arteriellen wie dem venösen, Statt finde. Die Einrichtung erinnert entfernt an die Wundernetze, z. B. an die der Schwimmblase der Karpfen. Die Thatsache, daß die Nebennieren bei hirnlosen Mißgeburten sehr groß werden, so wie die sehr entfernte Aehnlichkeit, welche die mikroskopischen Elemente dieser Organe mit Nervenkörpern darbieten, hat ältere wie neuere Forscher[1]) bewogen, eine Beziehung der Nebennieren zu dem centralen Nervensystem vermuthungsweise anzunehmen. Allein selbst in diesem Falle fehlt es noch an allen Datis, um jene an und für sich kaum wahrscheinliche Hypothese specieller zu formuliren. Von den Verhältnissen der Thymus wird in der Entwickelungsgeschichte der Functionen gehandelt werden. Jedenfalls aber deuten die Anwesenheit der Milzkörperchen in der Milz und die der eigenthümlichen Zellenräume in der Schilddrüse und der Thymus darauf hin, daß in diesen Organen eine besonders berechnete Function und keine bloß einfache Wechselwirkung von Blut und Lymphe zu Stande kommen müsse. 308

Das Fluidum des Milchbrustganges, welches dem Venenblute beigemischt wird, kann als eine Mengung von drei Flüssigkeiten betrachtet werden. Diese sind 1) die durch die Saugadern und deren Drüsen allein gelieferte Mischung; 2) diejenige Flüssigkeit, welche (die Leber) die Milz 309

[1]) Siehe Th. L. W. Bischoff Entwickelungsgeschichte des Menschen und der Säugethiere. 1842. 8. S. 528. 29.

und die Nebennieren durchlaufen und 3) der eigentliche Chylus. Je nach dem Vorherrschen des einen oder des andern Bestandtheiles wird dann der Inhalt des Ductus thoracicus eine abweichende Beschaffenheit darbieten. Da die beiden ersteren Fluida schon Faserstoff und selbst Blutroth empfangen haben können, so wird hiernach die Lymphe des Milchbrustganges gerinnbarer zu erscheinen vermögen. Enthält sie dagegen eine größere Menge eines fettreicheren Chylus, so wird sie auch eine emulsivere Beschaffenheit darbieten. In der Regel aber zeigt sie sich nicht nur äußerlich mehr oder minder blutähnlich, sondern bietet auch bisweilen manche Eigenschaften dar, welche darauf hinzudeuten scheinen, daß in ihr eigene für die Assimilation mit dem Blute berechnete Umsetzungen vor sich gehen. Ihr farbloser Kuchen z. B. röthet sich nicht selten erst durch die Einwirkung der Atmosphäre auf bedeutende Weise. Seine Farbe wird durch Sauerstoff erhöht, durch Stickstoff oder Kohlensäure dunkler und zwar violettroth gemacht. Die beiden letzteren Luftarten verleihen dem Serum der Lymphe eine gelblichere Färbung. Hinsichtlich des Absorptionsvermögens zeigte sich, daß 1 Vol. Flüssigkeit des Milchbrustganges eines mit Hafer gefütterten Pferdes innerhalb 3 Stunden 0,625 Vol. Sauerstoff und 0,688 Vol. Kohlensäure, hingegen gar kein Stickgas verschluckte (Tiedemann u. Gmelin)[1].

Den geschilderten chemischen Veränderungen des Chylus und der Lymphe scheint endlich auch die Bildung discreter Körperchen in diesen Mischungen parallel zu gehen. In der Lymphe haben wir am Anfange kleine Körnchen und einfache Lymphkörperchen, in dem Chylus (freie oder in Eiweißhüllen eingeschlossene?) Fetttropfen mit oder ohne besondere Körperchen, welche man als Chyluskörperchen angesprochen, und bisweilen noch mit andern Körnchengebilden verschiedener Art vereinigt. Nach dem Durchgange durch die Drüsen scheint die Menge der einfachen oder gekernten Lymphkörperchen zuzunehmen und in der Flüssigkeit, vorzüglich des Milchbrustganges, finden wir nicht selten vollkommne Blutkörperchen. Hiernach ergiebt sich, daß die ausgebildteren Elemente in der fibrinreicheren Lymphe häufiger auftreten und daß daher die Lymphdrüsen und die Milz einen die Bildung und die Entwickelung solcher organischen Theile begünstigenden Einfluß ausüben. Allein hieraus folgt noch nicht, daß, wie man früher zum Theil glaubte, die Lymphkörperchen in den Lymphdrüsen erzeugt werden, daß die Milz dem Entwickelungsprocesse der Blutkörperchen vorstehe (Hewson) und daß im Fötus die Thymus ähnliche Bestimmungen erfülle. Gegen diese Annahmen sprechen sogar directe Gegenerfahrungen. Denn schon vor dem Durchgange durch die Saugaderdrüsen enthält die Lymphe ihre eigenthümlichen Körperchen. Nach Ausrottung der Milz erscheint keine Veränderung der Blutkörperchen, und diese treten im Embryo viel früher als die Thymus auf. Die Organisation aller dieser Formelemente bedarf aber so wenig als die Bildung der Körner, der Zellen, der Fasern irgend eines bestimmten Organes. Sie ist vielmehr nur die un-

---

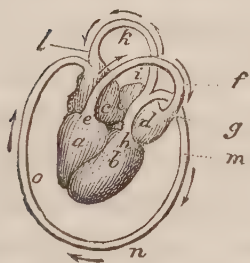
[1]) F. Tiedemann u. C. Gmelin die Verdauung. Bd. I. S. 248 — 250.

mittelbare und nothwendige Folge einer bestimmten Mischung der Mutterflüssigkeit.

Kreislauf.

Durch den *hydraulischen Apparat der Circulationsor-* 310
gane wird das Blut fortwährend durch alle mit Blutgefäßen versehenen Theile unseres Körpers geleitet, um hierbei eine Kreisbahn zu beschreiben und von Zeit zu Zeit zu dem Herzen zurückzukehren. Während dieser Bewegung bleibt es im Normalzustande immer innerhalb vollständig geschlossener Röhren, nämlich der Schlagadern, der Capillaren und der Venen. Gehen wir, seinen Lauf verfolgend, von dem rechten Vorhofe aus, so tritt es aus diesem durch die rechte Atrio-Ventricularmündung in die rechte Kammer, von da durch die rechte arteriöse Ventricularöffnung in die Lungenarterie und deren Verzweigungen und dann in die Capillaren der Lungen, um nun durch die Lungenvenen in die linke Vorkammer zu gelangen. Aus dieser fließt es durch die linke Atrio-Ventricularmündung in den linken Ventrikel, strömt aus diesem durch die linke arteriöse Kammeröffnung in die Aorta, läuft alsdann in den mannigfaltigen Verzweigungen der Körperarterien, durchsetzt die Capillaren der Organe und kehrt durch die Körperblutadern zu dem rechten Vorhofe zurück. Hieraus ergiebt sich, daß das Blut, indem es ein Mal seine Kreisbahn vollständig durchsetzt, zwei Mal in das Herz eintritt. Denn die vom rechten Vorhofe und der rechten Kammer oder dem rechten Herzen überhaupt abgehende Flüssigkeit wird später, wenn sie aus den Lungen zurückkommt, dem linken Vorhofe und dem linken Ventrikel oder dem linken Herzen zugeführt, und, nachdem sie die Körperorgane durchsetzt, zu dem Herzen zurückgeleitet. Ist z. B. a der rechte, b der linke Ventrikel, c die rechte, d die linke Vorkammer, stellt e die Lungenarterie, f die Capillaren der Lungen und g die Lungenvenen, h die Aorta adscendens, i die nach dem Kopfe gehenden Schlagadern, k deren Capillaren und l deren Venen, m die Aorta descendens und deren Verzweigungen, n deren Capillargefäße und o die den letzteren entsprechenden Blutadern dar, so geht das Blut, indem es ein Mal den ganzen Körper durchsetzt, von c nach a, von a nach e f g und dann nach d, von d nach b und von da einerseits nach i k l und anderseits nach m n o, um wieder zum rechten Vorhofe c zu gelangen. Es sondert sich mithin, indem es bei einem vollständigen Kreislaufe das Herz zwei Mal berührt, in zwei verschiedene Bogentheile, von denen der eine durch a e f g d, der andere durch b h i k l m n o c bezeichnet wird. Man nennt den ersteren, dessen Capillargefäße in den Lungen liegen, den *kleinen* oder den *Lungenkreislauf*, den letzteren dagegen, dessen feinste Blutgefäßnetze noch in den übrigen Körperorganen und zum Theil in den Athmungsapparaten sich befinden, den *großen* oder den *Körperkreislauf*. Jeder dieser beiden Kreisläufe nimmt für sich eine Hälfte des Herzens in Anspruch. Allein man sieht

Fig. 5.



leicht, daß hierbei eine Art von Kreuzung Statt findet. Denn zu dem Lungenkreislaufe gehört die rechte Kammer a und der linke Vorhof d, zu dem Körperkreislaufe dagegen der linke Ventrikel b und der rechte Vorhof c. Man kann sich daher auch die Bahnen beider Kreisläufe als zwei in einander geschlungene Kreise oder Ellipsen, welche gleich zwei Kettenringen in dem Herzen in einander greifen, vorzustellen.

Betrachten wir aber dieses als den Mittelpunkt des Kreislaufes, so strömt das Blut, wie es auch die Pfeile andeuten, in der Lungenarterie und der Aorta, so wie in deren Verzweigungen centrifugal, biegt sowohl in den Capillaren der Lungen als in denen der übrigen Organe in die entgegengesetzte Richtung um und geht daher dann durch die Venen beider Kreisläufe centripetal zu dem Herzen zurück. Während aber in dieser Beziehung eine vollkommene Gleichförmigkeit Statt findet und demgemäß auch die Wandungen der Schlagadern, der feinsten Blutgefäßnetze und der Blutadern in beiden Theilen des Circulationsapparates denselben Bau darbieten, ist dieses mit der chemischen Beschaffenheit des Blutes nicht der Fall. Denn diese verhält sich in beiden Abtheilungen gerade entgegengesetzt. In der Lungenarterie und deren Aesten fließt dunkelrothes venöses Blut, welches sich durch die bei dem Athmen eingeführte atmosphärische Luft seiner Kohlensäure entledigt, Sauerstoff aufnimmt, hierdurch hellroth, arteriell wird und als solches durch die Lungenvenen zum Herzen zurückkehrt. In der Aorta und den Körperarterien erhalten wir dieses hellrothe Blut wieder. In den Capillaren der Körperorgane dagegen setzt es Sauerstoff ab, nimmt Kohlensäure auf, wird wieder dunkel venös und strömt dann als solches durch die Blutadern der Körperorgane zum Herzen. In dem Lungenkreislaufe fließt daher das Venenblut in Arterien und centrifugal, in dem Körperkreislaufe in Venen und centripetal. In jenem wird das Arterienblut in Venen und centripetal, in diesem in Arterien und centrifugal fortgeführt. Wenn es in den Capillaren der Lungen aus seiner centrifugalen Richtung in die centripetale umbiegt, so verwandelt es sich dabei aus venösem Blute in arterielles; geschieht dasselbe in den feinsten Blutgefäßnetzen der Körperorgane, so setzt es sich aus arteriellem in venöses um. Man sieht aber hieraus, daß einerseits die Benennung Arterien- und Venenblut nur von den Verhältnissen des Körperkreislaufes entnommen ist und gewissermaßen mit Unrecht auf den Lungenkreislauf übertragen wird, und daß anderseits die Natur bei der Construction der Schlag- und der Blutadern nicht die hellrothe oder dunkelrothe Beschaffenheit des Blutes, sondern nur die centrifugale oder die centripetale Richtung der Strömung desselben im Auge hat. Das letztere geschieht aber deshalb, weil der chemische Unterschied beider Blutarten keine besonderen Veränderungen der hydraulischen Vorrichtungen nöthig macht. Die Richtungen dagegen haben auf diese den wesentlichsten Einfluß.

311 Das Herz arbeitet, indem es als das Centrum des Kreislaufapparates thätig ist, in Form eines Druckwerkes, welches durch diese seine Thätigkeit und vermöge mancherlei Nebenumstände das Blut aus den Hohlvenen und den Lungenvenen aufnimmt, durch seine eigenen vier Haupt-

höhlen hindurch nach der Lungenschlagader und der Aorta befördert und dem Strome einen solchen Stoß ertheilt, daß sich dessen Kraft bei ununterbrochener Blutsäule bis in die Venen hinein fortpflanzt. Da es aber gleich allen inneren Theilen, die in vollkommen geschlossenen Höhlen enthalten sind, unter dem anhaltenden äußeren Drucke steht und da seine Wandungen luftdicht schließen, so muß, mag es sich in der Brusthöhle befinden oder selbst außerhalb derselben liegen, jeder entstehende Höhlenraum sogleich mit Blut strotzend vollgefüllt werden. Die Blutgefäße erscheinen als Röhrenleitungen, in welchen das Blut fließt. Die Raumverminderung, durch welche die Druckkraft des Herzens zu Stande kommt, wird durch die Zusammenziehung der Muskelfasern der Vorkammern und der Kammern, die sogenannte Systole dieser Theile, die Raumvergrößerung, welche für das Einströmen des Blutes nothwendig wird, durch die Erweiterung oder die Diastole der Atrien und der Ventrikel bewirkt. Auch die Röhrenleitungen, durch welche das Blut dann strömt, behalten keine stets constanten Durchmesser, wie sie sonst Röhren mit starren Wandungen darbieten, bei. Vielmehr zeichnen sich die Arterien durch die Elasticität, die Venen durch ihre Dehnbarkeit aus. Alle Blutgefäße aber besitzen eine gewisse eigenthümliche, jedoch von unserem Willen unabhängige Contractilität, durch welche sie ihre Lumina vergrößern und verkleinern und so ihre Capacität sowohl als die Geschwindigkeit des in ihnen strömenden Blutes zu verändern im Stande sind. Um aber den ganzen hydraulischen Apparat des Kreislaufes zu reguliren, besteht einerseits ein bestimmter berechneter Wechsel der Vergrößerung und der Verkleinerung der dabei wirksamen Theile, während anderseits da, wo es nothwendig wird, Ventile angebracht sind. Diese werden, wie bei unseren künstlichen Druckwerken, Druck- und Saugwerken, Luftpumpen, Dampfmaschinen u. dgl. durch die Druckkraft der Flüssigkeit selbst zur rechten Zeit geöffnet oder geschlossen.

Im Herzen erscheinen die beiden Vorhöfe, so wie im nächsten Momente die beiden Kammern gleichzeitig in Systole oder in Diastole. Sind die ersteren zusammengezogen, so befinden sich die letzteren in dem Stadium ihrer Erweiterung. Es bieten daher im Allgemeinen jeder Vorhof und jede Kammer in der rechten sowohl als in der linken Herzhälfte zu einer und derselben Zeit den umgekehrten Contractionszustand dar. Im Momente der Systole der Kammern werden die Arterien erweitert und die Blutsäulen beider Kreisläufe centrifugal fortgestoßen. Die Hauptventile im Herzen bilden die beiden Atrioventricularklappen, die der Schlagadern die beiden Ventilapparate der halbmondförmigen Klappen der Lungenarterie und der Aorta. In den übrigen Schlagadern, so wie in den Capillargefäßen existirt sonst keine Ventilation. Dagegen besitzen die Venen da, wo durch die Verhältnisse der Schwere und vorzüglich durch die des momentanen Druckes der Nachbartheile ein stärkeres centrifugales Zurückweichen des Blutes in Aussicht stände, Taschenventile, welche die Blutsäule abschneiden. Die Thebesische Klappe in dem rechten Vorhofe gehört ebenfalls zu diesen Vorrichtungen. Die sogenannte Eustachische Klappe dagegen fun-

ctionirt als solche im Erwachsenen nicht mehr, sondern ist in dieser Beziehung ein nur bei dem Fötus thätiges Organ.

312 An dem Herzen ist die Ventilation so angeordnet, daß sich im Momente der Systole der Kammern die Atrioventricularklappen schließen, die Semilunarklappen der Lungenarterie und der Aorta dagegen öffnen und daß im Augenblicke der Diastole der Ventrikel das Umgekehete Statt findet. Da aber beide Herzhälften gleichzeitig und analog wirken, so wird dieser Mechanismus in jeder von beiden zu einer und derselben Zeit der gleiche sein. Hat z. B. der rechte Vorhof während seiner Diastole das Blut der Hohlvene in sich aufgenommen, so preßt er im Momente seiner Systole den bei weitem größten Theil desselben durch das Ostium venosum s. atrio-ventriculare dextrum in den Ventrikel, der sich zu derselben Zeit in Diastole befindet. Gesetzt nun, die Kammer b Fig. 6. trete dann in Systole, so schließt sich das hier befindliche Atrio-Ventricularventil oder die dreizipflige Klappe dd, so daß kein Blut durch das Ostium atrio-ventriculare dextrum in den Vorhof a zurück kann. Dagegen sind die halbmondförmigen Klappen e der Lungenarterie c in diesem Augenblicke geöffnet. Der Blutstrom kann daher ungehindert in diese einfließen. Tritt nun in dem folgenden Momente die Kammer g Fig. 7. in Diastole, so öffnet sich die Atrioventricularklappe ii, so daß das Blut aus dem gleichzeitig in Systole befindlichen Vorhofe f frei in den Ventrikel g hineinstürzt. Diejenige Blutmasse dagegen, welche in der Lungenarterie h enthalten ist, entbehrt dann der Druckkraft der Herzkammer, sinkt zurück, fängt sich in den halbmondförmigen Klappen k, versperrt sich, indem es diese Ventile selbst schließt, den Rückgang in die Herzkammer g und macht es so möglich, daß sich diese mit neuem Blute vom Vorhofe aus vollständig füllt. Bei der Vergleichung beider Figuren sieht man aber, daß die zwei verschiedenen Ventilvorrichtungen d und e einerseits und i und k anderseits in dem gleichen Momente in entgegengesetzter Thätigkeit begriffen sind. Auf diese Art wird dann mit jeder Systole der Ventrikel eine der Capacität und der Entleerung derselben entsprechende Blutmenge in die Arterien gestoßen. Diese erweitern sich hierdurch, suchen aber vermöge der elastischen Rückwirkung ihrer Wandungen, sobald der Druck nachläßt, d. h. im Momente der Diastole des Ventrikels, zu ihrem früheren Volumen zurückzukehren. Da nun zu dieser Zeit die halbmondförmigen Klappen k die Blutsäule abschneiden und den Rücktritt derselben in das Herz unmöglich machen, so muß die durch die Elasticität der Schlagaderwandungen entstehende Wirkung den centrifugalen Lauf des Blutes verstärken. Nun pflanzt sich aber die Druckkraft des Herzens, wenn auch etwas geschwächt, doch bis in die Venen hinein fort. Es wird daher das Venenblut im Momente der Systole der Kammern centripetal vorrücken, während der Diastole dagegen an den unterhalb des Herzens gelegenen Stellen centrifugal zurückzusinken. Dasselbe wird, wenn benachbarte Theile

Fig. 6.

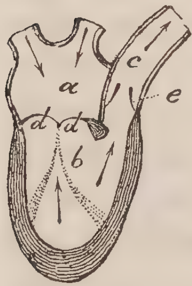
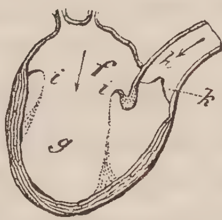


Fig. 7.



auf die größeren Venenstämme drücken, der Fall sein. Es würde so ein Theil der durch die Druckkraft des Herzens schon vollführten Propulsion zu nichte gemacht werden. Um dieses zu vermeiden, dienen die Venenklappen, deren Taschenöffnungen centripetal gerichtet sind, so daß sich in ihnen das Blut bei seinem centrifugalen Rückgange fängt und sich auf diese Weise selbst den ferneren unrichtigen Fortgang abschneidet.

Betrachten wir nun die Mechanik des Herzens, vermittelst wel- 313
cher das Blut von den Hohlvenen und den Lungenvenen aus aufgenommen, durch die Herzhöhlen getrieben und mit einer bestimmten Gewalt in die Arterien hinein gepreßt wird, so finden wir zuvörderst, daß auch hier die Natur mit möglichster Sparsamkeit an Kraft und wirksamen Theilen, d. h. an Muskelfasern ihr Ziel erreicht. Die Vorhöfe, welche die Flüssigkeit nur in die Kammern zu stoßen haben, besitzen minder dicke muskulöse Wandungen als die Kammern, welche die größeren Blutsäulen des peripherischen Lungen- und Körperkreislaufes mit einer bestimmten Energie fortstoßen müssen. Da aber die Bahn des Lungenkreislaufes kleiner als die der Körpercirculation ist und ihr entsprechend die rechte Kammer einen geringeren Widerstand als die linke zu überwinden hat, so erscheint auch der Aortenventrikel kräftiger als die Kammer der Lungenschlagader. Die Anordnung der Muskelbündel in jedem der vier Herztheile deutet ebenfalls auf bestimmte zweckmäßige Berechnungen hin. Immer erscheinen hier zweierlei hauptsächliche Vertheilungsarten der contractilen Gebilde. Eine Parthie derselben geht auf mehr oder minder vollständige Weise um den entsprechenden Höhlenraum herum, während ein anderer isolirte Muskelgruppen darstellt. In den Vorhöfen, wo weniger Kraft nöthig ist, können die Kammmuskeln an einzelnen Stellen isolirt erscheinen. In den Ventrikeln dagegen bilden die Fasern, welche in mehr oder minder spiraliger Richtung herumgehen, überall die Hauptmasse und bedingen auf diese Art an allen Punkten den Hauptttheil der Druckwirkung, welche um vieles energischer ausfällt. Nie sind hier, wie an manchen Punkten der Atrien, die isolirten Muskelbündel die einzigen oder die vorzüglichsten Vertreter der Druckkraft. Sie erscheinen vielmehr als Muskelnetzwerk (Trabeculae carneae) oder als Warzenmuskeln (Papillae caudatae). In den Zwischenräumen, welche zwischen den verschiedenartigen gesonderten Muskelstreifen übrig bleiben, haben wir eine Art von Nebenbehältern, welche auf diese Weise die Capacität der entsprechenden Herzhöhle vergrößern und vorzüglich in den Vorhöfen bei der Dünne der Wandungen eine größere Ausdehnung gestatten. Da aber die Flüssigkeit mit den contractilen Elementen in allseitige und ausgedehnte Berührung kommt, so muß sie im Momente der Systole mit bedeutender Energie aus diesem Nebenreservoir hervorgepreßt werden und ihren Druck auf das übrige Fluidum fortpflanzen. Jene Einrichtung isolirter Muskelbündel wird daher in jeder Hinsicht zu einem geeigneten Unterstützungsmittel der übrigen Druckkraft des Herzens. Die ganze Muskulatur aber erscheint nicht bloß stark ausgebildet, sondern auch möglichst compendiös an einander gelagert.

Tritt das rechte Atrium mit seinem Herzohr in das Stadium der 314

Diastole, so stürzen das Körpervenenblut durch die Mündungen der oberen und der unteren Hohlvene und das Herzvenenblut vermittelst der Oeffnungen der großen Kranzvenen und der Foramina Thebesii in den Vorhofraum ein. Der Strom beider Hohlvenen geht seiner ursprünglichen Richtung nach etwas von rechts nach links. Der der vena cava superior verläuft außerdem von oben, der der V. c. inferior mehr von außen nach unten und innen. Setzten sich die Strahlen, welche von diesen beiden Hauptstämmen kommen, geradlinigt fort, so fiele derjenige, welcher der oberen Hohlvene angehört, ungefähr auf den unteren Theil der Scheidewand der Vorkammern oder weiter nach unten auf die rechte Atrioventricularmündung, der der unteren Hohlvene dagegen auf die Gegend der Eingangsöffnung des rechten Herzrohrs, vorzüglich auf die obere Hälfte derselben. Führt man in der Leiche, so lange sich Alles in seiner natürlichen Lage befindet und der rechte Vorhof beinahe senkrecht, der linke dagegen fast quer steht, ein Stilet durch die obere Hohlvene in der Richtung der Achse derselben in das Atrium ein, so gelangt man selbst auf das Ostium atrio-ventriculare und durch dieses in den rechten Ventrikel. Versucht man dasselbe an der unteren Hohlvene, so dringt man unmittelbar in das Herzohr. Ohne alle Ableitung oder Mischung der Flüssigkeiten müßte sich daher das letztere, so weit es angeht, von der unteren Hohlvene aus füllen. Wären die Ströme, welche aus beiden Venis cavis kommen, gleich, so müßten sie sich aufheben, und es entstände keine Gefahr, daß das Blut der einen das der anderen beeinträchtigte. Da jedoch aus der unteren Hohlvene mehr Blut als aus der oberen einfließt und dieses Verhältniß durch verschiedene später noch zu erwähnende Momente bisweilen vergrößert wird, so war eine Einrichtung, welche jenen Uebelstand verhütete, nothwendig. Hierzu dient der unter dem Namen des Tuberculum Loweri bekannte, zwischen der Einmündung der oberen Hohlvene und der eirunden Grube der Scheidewand der Atrien befindliche Wulst, welcher, gleich einem Damme, den Strom der oberen Hohlvene von seiner etwa möglichen Richtung nach oben ableitet und dem mittleren und unteren Vorhofraume nebst dem Herzrohre zuführt (Retzius)[1]. Dieses Verhältniß kann künstlich auf folgende Art zur Anschauung gebracht werden. Befinden sich noch alle Theile in situ und hat man den linken Vorhof mit Injectionsmasse angefüllt, so öffnet man die Vorderwand des rechten Atrium, setzt eine größere Sprütze in die untere Hohlvene dicht unter dem Zwerchfelle, eine kleinere in die Vena cava superior ein und läßt dann gleichzeitig Wasser von beiden Seiten injiciren. Gelingt das Experiment gut, so geht trotz des stärkeren Stromes der unteren Hohlader die Hauptrichtung des Flüssigkeit nach innen und unten. In diesem Falle ersetzt gleichsam die durch die schwächere Membran des eirunden Loches mehr hervortretende feste Injectionsmasse des linken Vorhofes die natürliche Wirkung des höher gelegenen Tuberculum Loweri. Da aber die Diastole der Vor-

[1]) Retzius in Müller's Archiv. 1835. S. 167.

kammer mit der Systole der Kammer zusammenfällt, so muß dann auch das Blut der Kranzvenen des Herzens in den Vorhof einfließen. Die Richtung des Stromes der durch die Eustachische Klappe zum Theil geschützten großen Kranzvene trifft, wenn man sich dieselbe geradlinigt verlängert denkt, die unterste Parthie des Septum atriorum oder des Ueberganges desselben in die Vorderwand des Vorhofes dicht über dem Ostium atrio-ventriculare dextrum. Der Untertheil des Wulstes des eirunden Loches könnte ihn vielleicht, wenn er nicht überhaupt durch die stärkeren Strömungen fortgerissen wird, vor dem Ausweichen nach oben zum Theil bewahren. Auf diese Weise füllt sich dann das diastolisch ausgedehnte Atrium mit seinem Herzohre strotzend mit Blut, um dieses in dem folgenden Momente der Systole größtentheils bis gänzlich durch das Ostium atrio-ventriculare dextrum in den rechten Vorhof zu befördern.

Hätte die Vorkammer vollkommen ebene innere Oberflächen, und 315
fände kein Widerstand Statt, so müßte die Flüssigkeit nicht bloß durch die venöse Kammermündung, sondern auch durch die Oeffnungen der kleineren Herzvenen, der großen Herzvene und der beiden Hohlvenen zurückgetrieben werden. Die große Kranzvene besitzt zwar die Eustachische Klappe. Allein diese vermöchte nicht bei ihrer Einsichtigkeit und Schmalheit ohne besondere Nebenverhältnisse vollständig zu schließen. Die Hohlvenen dagegen haben gar keine Ventilation. Damit nun aber dennoch das Blut größtentheils nach der rechten Atrioventricularmündung getrieben werde, greifen mehrere Vorrichtungen gleichzeitig zusammen. 1) Die venöse Kammermündung ist die größte der hier in Betracht kommenden Oeffnungen und muß daher bei gleichem allseitigen Drucke die bedeutendste Menge Blutes durchlassen. 2) Um die Eintrittsstellen der genannten Venen gehen mehr oder minder ausgebildete Kreisfasern, welche natürlich im Momente der Systole des Vorhofes zusammengezogen werden und dann sphincterartig wirken, herum. Hierdurch verengen sich die genannten Venenmündungen in bedeutenderem oder geringerem Grade. Bei der großen Kranzvene des Herzens kommt es dann wahrscheinlich mit Beihülfe der Eustachischen oder Thebesischen Klappe zu einem vollständigen Verschlusse. 3) Wirkt noch ein hydraulisches Verhältniß unterstützend mit. Bei der Schnelligkeit nämlich, während welcher die Systole des Vorhofes vollendet wird, haben die Blutsäulen der Hohlvenen nicht Zeit genug, um auf eine dem allseitigen Drucke entsprechende Weise zurückzuweichen, da in ihnen der centripetale Blutfluß fortdauert und so das Fluidum nicht hinreichend disponible Momente erhält, um in seiner ganzen Masse zur Ruhe zu kommen und dann in entgegengesetzter Richtung zu fließen. Ob jedoch diese Vermuthung richtig sei, muß vorläufig dahin gestellt bleiben. Unter diesen Verhältnissen aber regurgitirt gewiß nur sehr wenig, ja oft vielleicht gar nichts in die Hohlvenen und wahrscheinlich eine geringere Menge in die obere als in die untere.

Die Muskulatur des Atrium ist aber so vertheilt, daß sowohl wäh- 316
rend der Diastole möglichst viel Blut aufgenommen, als während der Systole möglichst viel nach der venösen Kammermündung hingeführt werde.

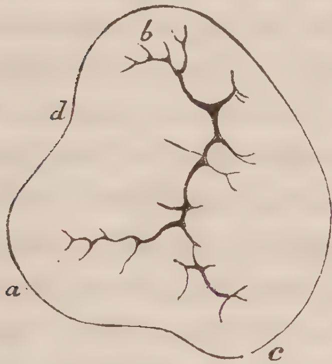
Die Kammmuskeln mit den zwischen ihnen befindlichen Interstitien gehen von der Ausmündung des Herzohres längs der vorderen, der äußeren und der hinteren Wand des rechten Vorhofes bis in die Nähe des Eintrittes der großen Kranzvene, fehlen dagegen an dem Septum atriorum und den innersten Theilen der Vorder- und zum Theil der Hinterwand des Atrium. Die Ursache dieses Verhaltens besteht wahrscheinlich darin, daß sich die zwischen den Kammmuskeln befindlichen Zwischenräume, wenn sie an der Scheidewand der Vorhöfe angebracht gewesen wären, wegen des gleichzeitigen Widerstandes des in dem linken Atrium enthaltenen Blutes nicht hinreichend hätten ausdehnen können. Sie wären daher zu einem großen Theile nutzlos gewesen. Jedoch erklärt dieses noch nicht den Mangel derselben an den Innentheilen der Vorder- und der Hinterwand und einer Parthie des Daches des Atrium. Bei der Systole müssen sie, wie schon erwähnt, das Blut aus ihren Zwischenräumen, wie aus den Poren eines Schwammes hervorpressen. Wegen des größeren Widerstandes im Herzohre sind sie hier verhältnißmäßig am stärksten. Auf diese Art wird aber an allen Theilen des Vorhofes ein starker Druck auf die enthaltene Blutmasse ausgeübt. Nur an der Membran des eirunden Loches könnte der Widerstand geringer sein. Allein einerseits drückt das gleichzeitig gepreßte Blut des linken Vorhofraumes entgegen und anderseits schüren auch die ihre Peripherie bogig umgebenden Muskelfasern dieselbe ein. Bedenken wir endlich, daß der wesentlichste Theil der Muskelbündel des Vorhofes an den dichteren Theilen der Umgebung des Ostium atrio-ventriculare seinen Ausgangs- und Stützpunkt hat und daß dieses durch den Druck der Blutmasse immer ausgedehnt wird, so muß auf diese Weise die Systole des Vorhofes nur immer mehr an Kraft gewinnen. Es wird daher das Blut mit bedeutender Schnelligkeit in den in Diastole befindlichen Ventrikel getrieben werden.

317 Schießt die Flüssigkeit während der Erweiterung des rechten Ventrikels in diesen ein, so stehen die Segel der Tricuspidalklappe in gleicher Richtung mit den Ventrikelwandungen. Sie legen daher dem Durchgange des Blutes kein Hinderniß in den Weg. Dieses gleitet vielmehr längs derselben hin und gelangt zuerst in den größeren gemeinschaftlichen Kammerraum und dann in die Nebenräume, welche zwischen den Fleischbälkchen, den Warzenmuskeln und den sparsameren Sehnenfäden derselben übrig bleiben. Hierbei dringt es bis zu dem Conus arteriosus vor. Da aber um diese Zeit die halbmondförmigen Klappen der Lungenarterie geschlossen sind, so bilden dann diese Ventile drei Säcke, welche mit ihren freien Rändern genau an einander liegen. Hierdurch entstehen, indem jede Klappe in der Mitte eingebogen wird, drei Radien, welche im Mittelpunkte unter 120° zusammenstoßen. Sehr schön sieht man dieses, wenn man die Vorderwand der rechten Kammer bis in die Nähe des Conus arteriosus öffnet, jede Tasche der Semilunarklappen von dem freien Ende der Lungenarterie her mit einer möglichst gleichen Menge von Wasser oder Quecksilber füllt und nun vom Ventrikel aus in den Conus arteriosus hinaufsieht. Gelingt der Versuch, so hat man einen vorderen, einen rechten und einen

linken Halbmesser. Alle drei kommen genau in dem Mittelpunkte der durch sie gelegten Durchschnittsebene der Arterie zusammen und jeder von ihnen besteht aus je zwei eng an einanderstoßenden Hälften zweier benachbarter Taschen. Es erzeugt sich oft noch nach unten in dem obersten Theile des Conus arteriosus ein niedriger dreieckig pyramidaler Raum, welcher sich noch mit Blut zu füllen vermag.

Tritt nun die Systole der Kammer ein, so fängt sich die Flüssigkeit 318
in den Segelventilen der dreizipfeligen Klappen, schließt diese und versperrt sich so den sonst offenen Rückgang durch das Ostium atrio-ventriculare dextrum in den rechten Vorhof. Im Allgemeinen nämlich dringt die gepreßte Flüssigkeit zwischen den membranösen Theilen der dreizipfligen Klappe und der Innenfläche der Wandung der rechten Kammer ein, bläht jene auf, legt deren Ränder auf das Genaueste an einander und verschließt so die venöse Mündung des Ventrikels. Diese Verhältnisse kann man sich auf eine später zu beschreibende Weise unmittelbar zur Anschauung bringen.

Fig. 8.



Die vollkommen geschlossene dreizipfelige Klappe des Menschen bietet dann die beistehende, nach der Natur aus dem Herzen einer 41jährigen Frau gezeichnete Figur dar. Es zeigen sich, abgesehen von kleineren und untergeordneten Einbiegungen, drei Hauptäste, welche häufig ungefähr in der Mitte des Ostium atrio-ventriculare dextrum mit einander zusammenstoßen. Ein Ast a geht nach vorn und rechts, ein zweiter b nach hinten und rechts und ein dritter c nach der Scheidewand des Herzens hin. Bei d liegt die rechte Herzkante. Ist die Klappe vollkommen geschlossen und stark gespannt, so ebenen sich die Ränder derselben immer mehr und die Flächen der einzelnen Abtheilungen blähen sich convex nach dem Vorhof hin auf. Die äußeren Endpunkte der Begrenzungslinien reichen bis nahe an den Rand der venösen Kammermündung. Sperrt man die Klappe mit Wasser oder noch besser mit Quecksilber, so überzeugt man sich leicht, daß sie so vortrefflich ventilirt, daß auch nicht ein Minimum durch sie hindurchgeht. Es erhellt also hieraus, daß die Ansicht, daß die dreizipfelige Klappe nicht vollständig schließe (Grabau), der Wahrheit nicht entspricht.

Betrachten wir nun aber den speciellen Mechanismus, durch welchen 319
der Klappenverschluß in dem lebenden Herzen zu Stande kommt, so läßt er sich folgendermaßen auffassen. Da auch ein großer Theil der Muskelfasern der Kammer von dem faserigen Ringe, welcher das Ostium atrio-ventriculare umgiebt, ausgeht und circuläre Bündel derselben um diese Oeffnung herumlaufen, so muß sich die letztere, gleichwie sie während der Systole der Vorkammer und der Diastole der Kammer etwas erweitert wird, während der Zusammenziehung des Ventrikels mehr oder minder verkleinern. Es erhalten so schon die Zipfel der Tricuspidalklappe die Neigung, wie Zangenblätter zusammenzugehen. Drücken aber die in Systole tretenden Muskelfasern des Ventrikels auf das Blut, so pflanzt sich diese Kraft so-

wohl auf die Hauptblutmasse desselben als auf die Mengen, welche in den Maschenräumen zwischen den Fleischbälkchen enthalten sind, fort. Die allseitig gepreßte und ausweichende Flüssigkeit muß die Segel der Atrio-Ventricularklappe vor sich hertreiben. Da aber vorn, außen und hinten dicht gegenüber den Segeln der Klappe Fleischbälkchen liegen, so wird die aus deren Interstitien herausgepreßte Flüssigkeit das Vortreten der membranösen Klappentheile in hohem Grade begünstigen. Die übrige Blutmasse hilft dann nach und bewirkt den Verschluß augenblicklich und so vollständig, daß auch nicht ein Atom Blut in den Vorhof zurücktreten kann. Um aber diese Einrichtung während der ganzen Zeit der Kammersystole dauernd zu machen, dient ein anderer Apparat. Wären nämlich die Segel der dreizipfeligen Klappe nur an dem Rande der venösen Kammermündung befestigt und sonst dagegen vollkommen frei gewesen, so konnten sie entweder gar nicht schließen oder sie mußten, so wie sich der Druck im mindesten verstärkte, in den Vorhof hinein umschlagen. Sie hätten auf diese Art unvollkommene und untaugliche Ventile gebildet. Um aber ihre Thätigkeit auf entsprechende Weise zu reguliren, dienen die Sehnen, welche theils von der Kammerwand, theils von eigenen Warzenmuskeln ausgehen, sich an die Tricuspidalklappe anheften und diese gleich Stricken zurückhalten. Der Grund, weshalb diese Sehnenfäden an die Kammermuskeln selbst angefügt sind, ist leicht einzusehen. Denn je mehr die Systole des Ventrikels und mit dieser der auf das Blut ausgeübte Druck zunimmt, um so eher muß die dreizipfelige Klappe vor dem Umschlagen bewahrt, um so stärker nach der Richtung gegen die Kammer hin zurückgezogen werden. Sind aber jene Sehnen an Muskeln, welche bei der Kammersystole mitwirken, geheftet, so wird der Druck des Blutes und das Zurückhalten der Tricuspidalklappe, welche beide gleichmäßig steigen und fallen müssen, von einer und derselben Kraft geleitet. Damit jedoch die Stützung vollständiger und der Zug gleichförmiger werde, heften sich jene Sehnen nicht bloß an den freien Klappenrändern und in der Nähe derselben an, sondern gehen zum Theil schon in die untere Fläche der Segel über. An der Haut der letzteren breiten sie sich zu gleichem Zwecke mehr oder minder strahlig aus und stoßen oft bogenartig zusammen. Einzelne freie Randtheile der Klappen, welche dann noch übrig bleiben, können sich bei dieser Einrichtungsweise nur desto besser an einander legen. Die Tricuspidalklappe wird so zu dem bewundernswerthesten, unendlich fein und scharfsinnig construirten Ventile.

320 Eine gleich weise Berechnung liegt der Anordnung der Muskelfasern des Ventrikels zum Grunde. Der schiefe bis schraubenförmige Verlauf des größten Theiles der Fasern der äußeren und der mittleren Lage der Kammermusculatur dient dazu, das Blut in möglichst kurzer Zeit vollständig auszupressen. Betrachten wir aber die innere Oberfläche der Kammer, so finden wir, daß der innere und obere Theil derselben, überhaupt der ganze nach dem Ostium arteriosum hinführende Weg auffallend glatt ist, damit das Blut in dieser Richtung am leichtesten dahingleite. Nach außen und unten dagegen zeigen sich zahlreiche Fleischbalken. Die in den Zwischen-

räumen der letzteren befindliche Flüssigkeit muß, wenn sie während der Kammersystole gepreßt wird, einerseits einen stärkeren Druck erfahren und diesen anderseits auf die übrige Blutmasse und zwar größtentheils in der Richtung nach oben und innen fortpflanzen. Zugleich verstärkt wiederum, wie schon früher erwähnt wurde, die ganze Einrichtung der Fleischbalken die Druckkraft überhaupt.

Aus den bisher erwähnten Thatsachen folgt aber, daß das Blut wäh- 321
rend der Systole nicht durch die venöse Oeffnung der Kammer ausweichen kann, sondern nach dem Conus arteriosus getrieben werden muß. Nun haben wir gesehen, daß während der Diastole unterhalb der dichtverschlossenen halbmondförmigen Klappen der Lungenarterie ein niedriger genau dreikantiger, nach oben spitzer Raum übrig zu bleiben vermag. Dringt nun bei der Systole die erste Blutwelle in diesen ein, so muß unter solchen Verhältnissen die Oeffnung und die schnelle Entleerung der Taschen in hohem Grade begünstigt werden. Denn die unteren Flächen derselben werden genau in der Richtung der Diagonale eines denkbaren Parallelogrammes wirksamer Kräfte gedrückt. Da nun der Druck, welcher von der Kammer ausgeübt wird, die Widerstandskraft der Blutsäule der Lungenarterie übertrifft und die Taschen der Semilunarklappen in der centrifugalen Richtung offen und hier breiter sind, so müssen sie augenblicklich hinübergeführt und an die Arterienwandung angedrückt werden. Sie können aber dann das Lumen des Arterienrohres und der einschießenden Blutsäule nicht beengen, weil die Schlagaderwand ihnen gegenüber verdünnt ist. Sie müssen sich bei ihrer beiderseitigen Anheftung, je mehr diese durch die eintretende Blutmenge ausgedehnt wird, immer mehr spannen und dehnen. Der untere Theil der Arterie wird auch dann bauchiger. Füllt man dagegen die Taschen mit Wasser und läßt, wenn sie geschlossen sind, eine stärkere Wassersäule auf ihnen ruhen, so treten nur die ihnen gegenüber liegenden verdünnteren Theile der Arterienwand kugelig hervor. Da endlich die Klappen der Lungenarterie zur Zeit ihres Verschlusses eine geringere Blutsäule als die der Aorta zu tragen haben, so sind sie auch im Allgemeinen zarter gebaut und haben an ihren Anheftungsstellen und ihren dichteren Rändern schon Halt genug. Aus diesem Grunde fehlen die Noduli Morgagnii nicht selten und sind stets, wenn sie existiren, schwächer als die Noduli Arantii [1]).

Nimmt der linke Vorhof während seiner Diastole das von den Lungen 322
kommende Arterienblut durch die Mündungen der vier Lungenvenen auf, so zeigen sich im Allgemeinen die gleichen Verhältnisse wie bei dem rechten Atrium. Allein da hier in der Regel die einschießende Blutmenge constanter ist, so waren besondere Nebenrecipienten minder nöthig als in dem rechten Atrium. Wir finden daher auch hier nur das wiederum in dieser Rolle auftretende Herzohr, welches aus demselben Grunde wie das des rechten Vorhofes mit Fleischbälkchen versehen wird. Sogar diese aber und

---

[1]) Vgl. auch Retzius in Müller's Archiv 1843. S. 14.

die zwischen ihnen befindlichen Interstitien sind geringer als in der rechten Auricula. Die Innenflächen der Wandung des linken Atrium selbst dagegen erscheinen glatt. Das Herzohr liegt hier den beiden rechten Lungenvenen fast gerade gegenüber und ist so nahe bei der linken angebracht, daß gewissermaßen keine Bevorzugung entstehen kann und daß die Auricula als Nebenrecipient für die beiderseitigen Ströme auf gleiche Weise dienen muß. Die Verhältnisse der Systole des linken Vorhofes sind im Wesentlichen die analogen, wie sie bei der Zusammenziehung des rechten Atrium geschildert worden. Vermittelst ihrer strömt das Blut durch das Ostium atrio-ventriculare sinistrum und längs der freien Oberfläche der Mitralklappe in die linke Kammer.

323 Mit dem Eintritte der Systole der letzteren schließt sich wieder die zweizipfelige Klappe und verhindert den Rücktritt des Bluttes nach dem Vorhofe. Dies vollständig gesperrte Ventil hatte in demselben Herzen, aus welchem auch früher die geschlossene Tricuspidalklappe abgebildet worden, die in beiliegender Figur gezeichnete Gestalt. a bezeichnet den rechten Herztheil, b die hinten und rechts gelegene, c die hinten und links gelegene Kammergegend. Sehen wir daher wieder von untergeordneten Nebenlinien ab, so geht die Hauptbegrenzungslinie der Mitralklappe von rechts nach links etwas schief hinüber und hat rechts einen etwas mehr nach vorn und einen mehr nach links gelegenen Nebenzweig. Die Verhältnisse der stützenden Sehnen und der ziehenden Muskeln sind nach denselben allgemeinen Principien wie bei der Tricuspidalklappe angelegt. Allein im Einzelnen zeigen sich mehrere wesentliche Unterschiede. Der hintere Zipfel hat hier hinter sich Fleischbälkchen der Kammerwandung, so daß die aus deren Maschenräumen herausgepreßte Flüssigkeit ebenfalls zuerst den entsprechenden Ventiltheil zu stellen anfängt. Eine große Parthie der Oberfläche der Septumwandung aber, welche dem vorderen Zipfel der bischofsmützenartigen Klappe gegenüberliegt, ist glatt, weil hier der Weg nach der Aorta überführt. Allein dieses scheint durch die Einrichtung der Warzenmuskeln selbst compensirt zu werden. Von den beiden vorzüglichsten Musculi papillares nämlich entsteht der innere zu einem großen Theile aus dem unteren Theile und der hinteren Wandung der Kammer, der äußere aus der ersteren allein. Es muß daher sogleich ein Theil des Blutes hinter den vorderen Zipfel der Valvula mitralis getrieben werden. Aus diesem Grunde stellt sich auch bisweilen dieses Ventil bei Einsprützung von Wasser leichter als die Tricuspidalklappe. Bei jener Vertheilung der Warzenmuskeln in der linken Kammer aber fällt der größte Theil der Blutmasse schon von vorn herein vor der von der Mitralklappe herabgehenden Ebene und wird so directen Weges in die Aorta geworfen. Hierbei ist wiederum der obere Theil des Septum geglättet, um so das schnelle Dahingleiten des Blutes möglichst zu begünstigen. Die in den Maschenräumen der Fleischbälkchen enthaltenen gepreßten Flüssigkeitssäulen aber drücken fast sämmtlich auf die übrige in

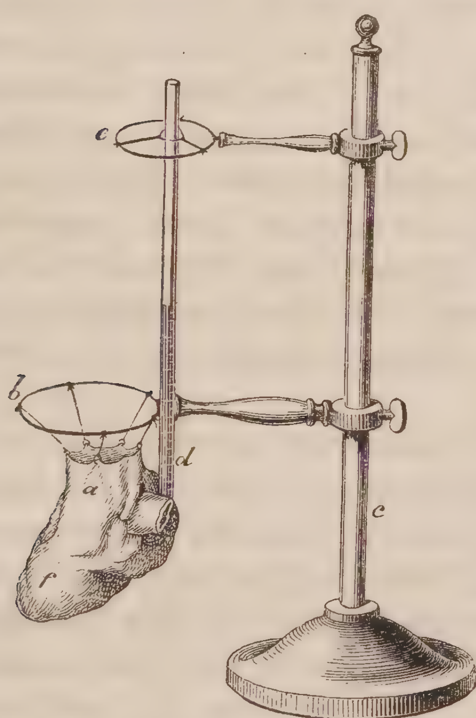
Fig. 9.



der Kammer enthaltene Flüssigkeitsmasse, entweder in der Richtung nach der Aortamündung oder nach der erwähnten glatteren Bahn hin. Kommt nun noch der starke Druck, welchen die linken Kammerwandungen ausüben, hinzu, so muß das Blut mit einer bedeutenden Kraft in die Aorta hineingeworfen werden. Der Mechanismus der halbmondförmigen Klappen der letzteren ist der gleiche wie bei denen der Lungenarterie. Nur sind die Aortaventile, welche im Momente ihres Schlusses während der Diastole eine größere Blutsäule zu tragen haben, etwas stärker, besitzen etwas dickere Ränder und bedeutendere Stützknötchen, Noduli Arantii, welche jedoch auch hier selbst bei ganz kräftigen und gesunden Menschen fehlen können.

Die Atrio-Ventricularklappen sowohl als die halbmondför- 324
migen Klappen der Lungenarterie schließen natürlicher Weise gleich allen anderen Ventilen nur dann, wenn eine gewisse Druckkraft in ihrer Schlußrichtung wirkt und öffnen sich, sobald jene durch eine andere in entgegengesetzter Richtung agirende Pression überwunden wird. Dieses läßt sich mittelst eines einfachen Apparates zur Anschauung bringen und sogar bis auf einen gewissen Grad numerisch bestimmen. Man öffnet an einem menschlichen Herzen die obere Wandung, z. B. des rechten Vorhofes a und hängt diesen an dem Ringe b eines Filtrirgestelles c mittelst 5—6 Fäden so auf, daß er, ohne gezerrt zu werden, vollkommen ausgespannt ist und daß man von oben herab das ganze Ostium Atrio-ventriculare dextrum zu übersehen vermag. Nun schiebt man eine graduirte Röhre in die Lungenarterie so ein, daß deren unteres Ende d bis unterhalb der halbmondförmigen Klappen reicht, bindet sie unten an, befestigt sie oben an dem zweiten Ringe des Filtrirgestelles e und stellt sie auf einer durch das Niveau der arteriösen Kammermündung gezogenen Ebene möglichst senkrecht. Hierauf läßt man durch einen ersten Gehülfen in die Röhre d, welche der Weite der Lungenarterie möglichst angepaßt sein muß, Wasser so lange eingießen, bis sich die Tricuspidalklappe stellt. Ein zweiter Gehülfe oder der Beobachter bemerkt die Höhe der Wassersäule genau im Momente des Schlusses. Experimentirt man an den Semilunarklappen, so wird die Röhre nur oberhalb derselben festgebunden. An dem linken Herzen kann man den Versuch ganz in derselben Weise mit dem linken Vorhofe und der Aorta anstellen. Will man nur die Klappenthätigkeit überhaupt zur Anschauung bringen, so geht der Apparat bei den Atrio-Ventricularklappen von selbst. Durch das Eingießen des Wassers sperrt sich das Ventil, ganz wie dieses bei der Kammersystole der Fall ist. Die Druckhöhe der Wassersäule in der Röhre d ersetzt

Fig. 10.



die von den Kammerwandungen ausgeübte, nothwendige Pression. Allein je stärker der Druck ist, um so schneller dringt auch in vielen Fällen und vorzüglich bei der geringsten Erschlaffung der Klappen das Wasser durch. Es sammelt sich daher bald Flüssigkeit in dem Vorhofe an. Diese drückt bei einer gewissen Masse durch ihre Schwere zurück, öffnet die Klappe wiederum und versinnlicht so die Wirkung, welche sonst durch die Wandungen des Vorhofes bei der Systole desselben ausgeübt wird. Comprimirt man die Herzkammer, so kann man die Atrio-Ventricularklappe nach Willkühr von Neuem schließen. Experimentirt man an den Semilunarklappen, so ist man im Stande, durch die Röhre, wenn sie kurz genug ist, von oben hineinzusehen und so unmittelbar die Sperrung der Taschenventile zu beobachten. Drückt man den Ventrikel, nachdem man ihn vorher mit Wasser gefüllt hat, so erblickt man die Oeffnung der Klappen und den Durchtritt des Wassers in die Röhre. An frischen Herzen und bei Unverletztheit der Theile arbeiten die Ventile mit einer bewundernswerthen Präcision. Fault dagegen das Herz schon, ist es sehr schlaff, oder war auch nur eine Sehne der Atrio-Ventricularklappen verletzt worden, so erscheint das Spiel der Klappen gestört. In dem letzteren Falle flottirt dann der der Verletzungsstelle entsprechende Theil des Ventiles im Wasser und läßt einen Spaltenraum offen. Operirt man mit Quecksilber, so muß man natürlich bei dem größeren specifischen Gewichte dieser Flüssigkeit weit vorsichtiger verfahren. Allein für die erste Demonstration, vorzüglich an älteren Herzen, ist dieses Metall vortheilhafter, weil Nichts endosmotisch durchtritt. Man bindet dann die Lungenarterie oder die Aorta vollkommen zu, gießt durch das Ostium venosum etwas Quecksilber in die Kammer und stellt die Tricuspidalklappe durch Compression des Ventrikels. Bei den Seminularklappen muß man Tasche für Tasche mittelst eines kleinen Trichters mit dem Mercur anfüllen.

325 In dem lebenden Herzen bewirkt die Druckkraft der Kammern den Verschluß der venösen Klappen nur als Nebeneffect. Es läßt sich schon theoretisch annehmen, daß sie viel größer sein wird, als für diesen secundären Zweck erforderlich ist. Denn die gehörige Verschließung der Atrio-Ventricularventile erfordert bei Weitem weniger Energie als das Fortschieben der Blutsäulen in den Schlagadern. Die Klappen der letzteren werden im Momente der Diastole der Kammern durch zwei gleichzeitig wirkende Kräfte gestellt. Das der Propulsionskraft des Herzens entbehrende Blut hat die Neigung centripetal zurückzusinken. Dieses Moment ist jedoch gewiß nur unbedeutend, ja es kann vielleicht gänzlich fehlen, weil die Zeit zu kurz ist, als daß die in dem vorhergehenden Augenblicke erhaltene centrifugale Stoßbewegung vermöge der Trägheit des Blutes in die entgegengesetzte umschlüge. Dagegen muß das elastische Zurückspringen der Arterienwandungen in dem Momente der Diastole den Schluß der Ventile auf pünktliche Weise vollführen. Das gedrückte Blut weicht beiderseitig aus. An dem Anfange der Lungenarterie und der Aorta stellt es hierdurch binnen Kurzem die Klappen. Diese verschließen jeden ferneren Rückgang, und es muß auf solche Weise die Druckkraft der elastischen Arterienwan-

dungen minus derjenigen, welche für die Klappen verwandt ist, zur Unterstützung des centrifugalen Laufes des Blutes dienen.

Aus dem eben Gesagten erhellt, daß wir im Leben kein bestimmtes 326
Maaß für die Kraft, welche zu dem Schlusse der Klappen in Anwendung gesetzt werden muß, erhalten können, weil diese Erscheinung nur als Nebenwirkung anderer stärkerer Druckeffecte auftritt. Dagegen giebt die oben erwähnte Versuchsmethode an dem todten Herzen einen Maaßstab für die Beurtheilung dieses Punktes. Denn die Höhe der Wassersäule über dem Niveau der entsprechenden venösen Mündung zeigt uns den hydrostatischen Druck an, unter welchem die Tricuspidal- oder die Mitralklappe schließt. Eben so liefert uns die Höhe derselben über dem Niveau der arteriösen Mündung die hydrostatische Pression, unter welcher, als Minimum, die halbmondförmigen Klappen arbeiten.

Um in dieser Beziehung einige annähernde Bestimmungen zu erhalten, 327
wurden folgende Versuche angestellt. Das ganz frische Herz einer 41jährigen Frau, welches nur 126,240 Grm. wog, dessen Volumen bloß 7,5 franz. Cubikzoll betrug und dessen rechte Kammer eine Capacität von 2,35 Cubikzoll hatte, wurde zu Beobachtungen über die Stellung der beiden venösen Klappen und der Semilunarventile der Lungenarterie benutzt. Obgleich dieses Herz das kleinste war, welches mir bis jetzt von einem erwachsenen Menschen vorgekommen ist, so wählte ich es doch zu diesen Untersuchungen, weil seine Klappen mit einer Präcision schlossen, wie man es sonst nur bei ganz frischen Kälber- und Schafherzen wahrnimmt. In dem Momente der Spannung der dreizipfeligen Klappe betrug der Breitendurchmesser der venösen Kammermündung 2,50 Centimeter, der von vorn nach hinten gehende Längendurchmesser 2,35 Centimeter. Die Fläche der Oeffnung glich daher $\left(\frac{2,50 + 2,35}{4}\right)^2 \pi = 4,61863$ Quadrat-Centimeter. Die Breite des Randes der geschlossenen Mitralklappe ergab 2,25 Centimeter, die Länge desselben 1,85 Centimeter, mithin die Oberfläche der linken venösen Kammerwandung 3,30063 Quadrat-Centimeter. Dieser geringere Werth, welchen die letztere im Verhältniß zu dem rechten Ostium atrio-ventriculare darbietet, erklärt sich leicht, wenn man erwägt, daß fast bei allen Leichen die linke Herzkammer bedeutend stärker als die rechte zusammengezogen ist. Da nun um die venösen Mündungen kreisförmige Muskelfasern herumgehen, so muß dieses Verhältniß auf die Durchmesser einfließen und nicht bloß etwa den Diameter der Länge auf Kosten desjenigen der Breite und umgekehrt modificiren. Jede Abweichung des Radius wächst aber für die Oberfläche nicht in einfacher, sondern in quadratischer Proportion. Die Richtigkeit dieser Ansicht erhellt auch aus einer veranstalteten Gegenerfahrung. Schnitt man nach Vollendung der Versuche die Ventrikel auf und bestimmte dann die Durchmesser der venösen Mündungen unmittelbar, so ergaben sich für den Breiten-Diameter des Ostium venosum dextrum 3,10 Centimeter, für den der Länge dagegen 1,30 Centimeter und daher für die Oberfläche 3,80132 Quadrat-Centimeter. Der Durchmesser der Breite des Ostium atrio-ventriculare sinistrum betrug in diesem Falle

2,20 Centimeter, der der Länge 1,70 Centimeter, also die Fläche 2,98647 Quadrat-Centimeter. Es resultirte mithin für diesen unnatürlichen Zustand eine Differenz von 0,81731 Quadrat-Centimeter für die rechte und eine solche von nur 0,41416 Quadrat-Centimeter für die linke venöse Oeffnung, weil durch den Wasserdruck die erschlafftere rechte Kammer mehr als der zusammengezogenere linke Ventrikel nachgab. Der Lumendurchmesser des Anfangstheiles der Lungenarterie glich, während die Klappen gestellt waren, 2,20 Centimeter; daher der Querschnitt = 3,80132 Quadrat-Centimeter. Wurde später die Lungenschlagader aufgeschnitten, so zeigte sie eine Peripherie von 6,70 Centimeter. Ist aber die letztere = p, so haben wir den Halbmesser = $\frac{p}{2\pi}$ und die Fläche = $\frac{p^2}{4\pi}$. Für p = 6,70 Cent. beträgt sie mithin 3,57223 Quadr.-Cent. Der Unterschied zwischen beiderlei Bestimmungen erscheint daher nur als 0,22909 Quadr.-Cent.

Die genannten drei Klappen wurden nun nach der obigen Methode an dem erwähnten Menschenherzen im Ganzen 29 Mal durch Wasser zum Schlusse gebracht. Hierbei ergaben sich unmittelbar die in der folgenden Tabelle verzeichneten hydrostatischen Druckwerthe. Diese wurden zugleich auf Quecksilberdruck reducirt, um später mehrere Vergleiche mit anderen Druckgrößen bequemer anstellen zu können, nicht aber, um etwa die gefundenen Differenzen kleiner, als sie wahrhaft sind, erscheinen zu lassen.

Ventile.	Hydrostatischer Schlußdruck in Centimetern. Wasser.			Quecksilber.			Zahl der Beobachtungen.
	Maximum.	Minimum.	Mittel.	Maximum.	Minimum.	Mittel.	
Tricuspidalklappe	7,00	3,20	4,50	0,51478	0,23533	0,33093	9
Mitralklappe	6,30	4,10	5,20	0,46330	0,30151	0,38241	10
Halbmondförmige Klappen der Lungenarterie.	5,50	3,00	3,95	0,40447	0,22062	0,29048	10

Behufs der Prüfung der Stellungsverhältnisse der beiden halbmondförmigen Klappen eines und desselben Geschöpfes wurden noch 20 Beobachtungen an einem frischen Kalbsherzen angestellt. Die aufgeschnittene Lungenarterie hatte hier eine Peripherie von 7,50 Centimeter, die Aorta eine solche von 8,00 Centimeter. Es glich daher der Querschnitt der ersteren in dem Niveau des Ansatzes der halbmondförmigen Klappen 4,47623 Quadr.-Cent., der der Aorta 5,09296 Quadr.-Cent. Aus diesen Versuchen ergab sich:

Halbmondförmige Klappen der	Hydrostatischer Druck in Centimetern.						Zahl der Beobachtungen.
	Wasser.			Quecksilber.			
	Maximum.	Minimum.	Medium.	Maximum.	Minimum.	Medium.	
Lungenarterie	12,70	8,50	9,575	0,93396	0,62509	0,70415	10
Aorta	9,40	7,80	8,480	0,69128	0,57361	0,62362	10

Aus diesen Thatsachen resultiren mehrere Folgerungen, welche wir am füglichsten in einigen Sätzen zusammenfassen können.

Erster Satz. Die Ventile der venösen Mündungen der Herzkammern, so wie die der Lungenarterie und der Aorta schließen schon unter verhältnißmäßig sehr kleinen hydrostatischen Druckgewichten. 328

Beweis. Sowohl an dem geprüften Herzen des Menschen als an dem des Kalbes haben wir keine hydrostatische Druckgröße, welche 13,598 Cent. Wasser oder 1 Cent. Quecksilber erreichte. Die Minimalzahlen sanken sogar bei dem Menschen bis zu 3,0 Cent., bei dem Kalbe bis zu 8,5 Cent. Wasser oder bis zu 0,22 Cent. und bis zu 0,62 Cent. Quecksilber hinab. Betrachten wir aber die Natur des Versuches, so ergiebt sich, daß die kleinsten Werthe die meiste Garantie darbieten. Bei der Stellung dieser Ventile nämlich besteht die wesentlichste Vorbedingung darin, daß die thätigen Membranen gehörig ausgespannt werden. Ist diese Prämisse erfüllt, so bringt die drückende Flüssigkeit ihre Ränder so an einander, daß ein vollständiger Schluß resultirt. Fehlt dagegen jene Voraussetzung, so kann sogar ein starker Strom ungehindert durch die Oeffnung hindurchtreten. Wird daher das Wasser zu langsam eingegossen, so stellen sich die Klappen weit später oder selbst gar nicht. Aus diesem Grunde verfährt man auch am zweckmäßigsten, wenn man bei der Untersuchung der venösen Klappen die Ventrikel zuvor so sehr mit Wasser füllt, daß die Segel der genannten Ventile leicht flottiren. Gießt man dann durch die Lungenarterie oder die Aorta Wasser nach, bis sie durch den Druck der überstehenden Wassersäule zusammengehen, so erfolgt binnen kurzem eine vollständige Verschließung. Hierbei dringt oft durch kleine Spalten oder vielleicht selbst bisweilen endosmotisch (?) Wasser durch. Jedoch ist dieses keineswegs nothwendig. Ich habe z. B. die Valvula tricuspidalis an ganz frischen Schafherzen durch ziemlich hohe Wassersäulen längere Zeit verschlossen erhalten, ohne daß auch nur ein Tropfen Wasser in das Atrium gelangte. Unter diesen Verhältnissen aber sind die niedrigsten stabil bleibenden Säulenhöhen, bei welchen die Verschließung zu Stande kommt, die richtigsten. Jede höhere Zahl zeigt am Ende nur, daß der Versuch in geringerem Grade, als er möglicher Weise vermochte, gelungen ist.

Halten wir diese Ansicht fest, so ergiebt sich, daß sich die drei geprüften Ventile des menschlichen Herzens schon unter einem hydrostatischen Drucke von 3,00—4,10 Centimeter Wasser oder 2,21—3,02 Mm. Quecksilber, die beiden halbmondförmigen Klappeneinrichtungen des Kalbes unter einem solchen von 7,8—8,5 Cent. Wasser oder 5,74—6,25 Mm. Quecksilber schließen. Diese geringen Druckgewichte bilden nur den einfachsten Beweis dafür, daß alle diese Ventile höchst sorgfältig und meisterhaft gearbeitet sind. Durch die bloße Aufblähung ihrer Segel oder die Füllung ihrer Taschen legen sich die Theile auf das passendste an einander, so daß der geringste hinzukommende Druck ihren vollständigen Verschluß bedingt. Es ist sogar denkbar, daß jener im Leben selbst noch unbedeutender als in den glücklichsten Versuchen an der Leiche ausfallen kann, weil bei der letzteren weder je die Möglichkeit einer geringen Erschlaffung, noch die einer Ungleichheit der Füllung vollkommen verhütet werden kann.

Zweiter Satz. Selbst bei äußerst geschwächtem Herzschlage ist noch Druckkraft genug vorhanden, um die Ventile der venösen und zum Theil der arteriösen Mündungen zu stellen. Die Thätigkeit dieser Apparate erscheint daher, so lange ihre Form, ihre Größe und ihre Consistenz die 329

normale bleibt, für alle Fälle und selbst bis zu der Zeit des weit fortgeschrittenen Todeskampfes gesichert.

Beweis. Wie wir in der Folge sehen werden, schwankt im Allgemeinen unter Normalverhältnissen der hydrostatische Druck, welcher von der linken Kammer bei ihrer Systole ausgeht, zwischen 150 und 160 Mm. Quecksilber. Als Durchschnittswerth können ungefähr 157 Mm. angenommen werden. Nun hatten wir bei der Mitralis eine hydrostatische Druckgröße, die selbst im Maximum nur 4,63 Mm., im Minimum 3,02 Mm. Quecksilber betrug. Es ist mithin der hydrostatische Druckwerth der linken Kammer, wenn diese mit regelrechter Kräftigkeit wirkt, 33,909 — 51,987 Mal so stark als derjenige hydrostatische Druck, welcher die Verschließung der entsprechenden venösen Klappe bewirken kann. Der Herzschlag verursacht zwar unter mannigfaltigen störenden Verhältnissen bedeutend geringere Pressionsgrößen, so daß diese bis auf 40 — 50 Mm. Quecksilber (oder an einer Säule des Blutkraftmessers auf 20 — 30 Mm.) herabsinken können. Allein ein Werth von 3 — 4 Mm. erfolgt nie oder höchstens nur in dem allerletzten Momente des Lebens, bevor die Contractilität des Herzens gänzlich aufhört. Die der wirkenden Drucksäule gegenüber liegende Bodenfläche, welche in Verbindung mit der hydrostatischen Höhe den absoluten Druck bestimmt, kann sich in den verschiedenen Intensitätszuständen der Wirksamkeit des Herzens nicht in dem Grade ändern, daß die Möglichkeit der Schließung der zweizipfeligen Klappe hierdurch beeinträchtigt würde. Daß auch die hydrostatischen Druckgrößen der Lungenschlagader die der Tricuspidalklappe bedeutend übertreffen, läßt sich theoretisch erwarten und wird auch aus demjenigen, was über diesen Punkt in der Folge dargestellt werden soll, von selbst erhellen.

Der hydrostatische Druckwerth der geprüften halbmondförmigen Klappen der Lungenschlagader betrug 5,50—3,30 Centimeter Wasser. Die Schlagader hatte hier einen Querschnitt von 3,45575 — 3,57223, mithin im Mittel einen solchen von 3,51399 Quad. Cent. Es betrug daher der absolute Druck, welcher in diesem Falle zu dem Verschlusse der halbmondförmigen Klappen nöthig war, 19,3269 — 11,5962 Cub. Cent. Wasser oder, wenn wir von den Temperaturcorrectionen absehen, eben so viele Grammen. Nehmen wir nun für das lebende menschliche Blut ein spec. Gewicht von 1,05485 an, so werden schon 18,322 — 10,993 Cub. Cent. dieser Flüssigkeit den Verschluß der Ventile bewirken können. Bei dem oben angegebenen mittleren Querschnitte brauchte die überstehende Blutsäule nur mit einer hydrostatischen Kraft von 5,214 — 3,128 Cent. zu wirken, damit jener Zweck erreicht würde.

An den Semilunarklappen der Lungenarterie des Kalbes haben wir 12,70 — 8,50 Cent. hydrostatischer Höhe und 4,47623 Quadr. Cent. Querschnitt, also einen absoluten Druck von 56,848 — 38,048 Cub. Cent. Wasser oder von 53,892 — 36,069 Cub. Cent. frischen Blutes. Für die Aorta ergab sich als hydrostatischer Werth 9,40 — 7,80 Cent., als Querschnitt 5,09296 Quadr. Cent., mithin als absoluter Druck 47,874 — 39,725 Cub. Cent. Wasser oder 45,384 — 37,659 Cub. Cent. Blut.

Da nun 1 pariser Cub. Zoll lebenden Blutes 20,92502 Grm. wiegt, so folgt hieraus im Allgemeinen, daß eine absolute Druckkraft von ungefähr ½ — 1 Cub. Zoll der Lungenarterien der Frau, eine solche von 2—3 Cub. Zoll dieser Flüssigkeit bei der Lungenarterie und der Aorta des Kalbes zum Verschlusse der Klappen hinreichten. Man sieht aber leicht, daß dieses geringe Requisit fast nie mangeln kann. Erfolgen die Herzschläge rasch hinter einander, so ist der Druck der Arterienwandungen im Stande, eine solche Bedingung leicht zu erfüllen. Bleiben sie während größerer Zwischenräume aus, so vermag die Blutsäule selbst diesen Dienst zu versehen. Nur wenn die Klappen starrer oder sonst entartet sind, oder wenn die gehörige Blutmenge, wie in den allerletzten Augenblicken des Lebens fehlt, können hierbei Unordnungen zum Vorschein kommen.

330 Dritter Satz. **Wiewohl wahrscheinlicher Weise die hydrostatischen Druckwerthe, welche die Klappen stellen, bei verschiedenen Herzen verschieden ausfallen, so differiren sie, obgleich die beiden venösen Klappen unter einander und von den Semilunarklappen in ihrer Einrichtung wesentlich abweichen, an einem und demselben Herzen um sehr unbedeutende verhält-**

nißmäßige Größen, welche selbst zum Theil noch innerhalb der möglichen Fehlerquellen des Versuches selbst liegen können.

Beweis. Halten wir uns an die Minima, so haben wir in dem menschlichen Herzen für die Tricuspidalis 2,353 Mm., für die Mitralis 3,015 Mm. und für die Semilunarklappen der Lungenarterie 2,206 Mm. Quecksilber. Der größte Unterschied beträgt mithin 0,809 Mm. Mercur oder 11,000782 Mm. Wasser. Bei dem Kalbe haben wir in der Lungenarterie 6,251 Mm. und in der Aorta 5,736 Mm. Quecksilber, also einen Unterschied von 0,515 Mm. Mercur oder 7,00297 Mm. Wasser. Die Differenz erreicht also noch keinen Millimeter Quecksilber. Wir können hieraus schließen, daß im Normale die beiden venösen und die beiden arteriellen Klappen am Herzen unter einem annähernd oder vollkommen gleichen hydrostatischen Drucke schließen. Diese Folgerung ist aber nichts weniger als befremdend. Denn im Grunde genommen ist die Verschiedenheit der Structur der Ventile ganz gleichgültig. Sobald nur jedes von ihnen so eingerichtet ist, daß die Verbindungen möglichst vollkommen sind, so bedarf es dann immer nur eines geringen hydrostatischen Druckes, damit der Schluß vollendet werde.

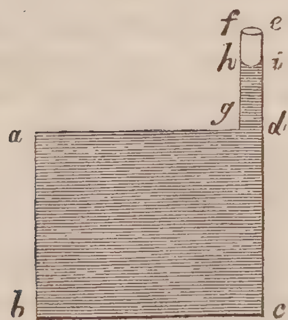
Corollarium. Bei den genannten Versuchen zeigten sich sowohl die hydrostatischen als die absoluten Druckgrößen der halbmondförmigen Klappen des Kalbes ungefähr 3 Mal so groß als die der Lungenarterienventile der Frau. 331

Beweis. Betrachten wir wiederum die Minimalzahlen, so verhalten sich die hydrostatischen Werthe der A. pulmonalis der Frau zu denen der Lungenarterie des Kalbes = 3 : 8,5 = 1 : 2,833 und zu denen der Aorta des letzteren = 3 : 7,8 = 2,600. Für die absoluten Druckwerthe haben wir die Proportionen = 11,5962 : 36,069 = 1 : 3,1104 und = 11,5962 : 39,752 = 1 : 3,4280. Wir können daher vorzüglich aus den ersten Daten schließen, daß die geprüften Semilunarklappen des Kalbes ungefähr 3 Mal so starr als die halbmondförmigen Ventile der A. pulmonalis der Frau waren.

Vierter Satz. Die absoluten Druckkräfte, welche die venösen Mündungen des Herzens schließen, gleichen den Oberflächen der letzteren, multiplicirt mit den hydrostatischen Säulenhöhen, welche zu diesem Zwecke in der Lungenarterie und der Aorta nothwendig werden. 332

Beweis. Wir können die ganzen bei den oben erwähnten Versuchen Statt findenden Verhältnisse mit einer einfachen hydraulischen Einrichtung vergleichen. Gesetzt, wir hätten ein Gefäß abcd, welches an einer Seite in eine schmale Röhre efdg ausläuft, so wird die Wand ag, so lange eine in dem Gefäße eingeschlossene Flüssigkeit höchstens bis zu ag und gd reicht, keinen besonderen Druck auszuhalten haben. Steht aber z. B. das Fluidum in der Röhre gdfe bis zu hi, so wird jeder Theil der Fläche ag, welcher der Grundfläche gd gleich ist, denselben absoluten Druck, welchen die Säule hidg verursacht, tragen müssen. Es wird mithin die absolute Pression, welche auf die Wand ag Statt hat, gefunden, wenn wir die Fläche ag mit der hydrostatischen Druckhöhe gh multipliciren. Ganz dasselbe haben wir in den obigen Versuchen bei den venösen Herzklappen. Auch auf sie muß, sobald sie künstlich durch Wasser gestellt werden, ein absoluter Druck, welcher ihrer Oberfläche multiplicirt mit der hydrostatischen Höhe in den entsprechenden Arterien gleicht, Statt finden.

Fig. 11.



Fünfter Satz. Da an dem untersuchten Herzen des Menschen die drei verschiedenen hydrostatischen Druckwerthe um weniger als 1,3598 Centimeter Wasser oder 1 Millimeter Quecksilber von einander abweichen, so folgt hieraus, daß sich die absoluten Druckgrößen mehr oder minder an- 333

nähernd, wie die zu verschließenden Oberflächen oder wie die Quadrate der Durchmesser oder der Halbmesser derselben verhielten. Derselbe Schluß gilt aus den gleichen Gründen für die Taschenventile der Lungenarterie und der Aorta des Kalbes.

Beweis. Ist der Halbmesser der einen Mündung $= r$, der der anderen $= s$, der Durchmesser der einen $= d$, der der anderen $= e$, so haben wir für die beiden entsprechenden Oberflächen $r^2\pi = \frac{d^2\pi}{4}$ und $s^2\pi = \frac{e^2\pi}{4}$. Sind nun die hydrostatischen Druckgrößen $= h$ und g, so ergeben sich für die absoluten Druckwerthe $r^2\pi h = \frac{d^2\pi h}{4}$ und $s^2\pi g = \frac{e^2\pi g}{4}$. Wird nun $h = g$, so erscheint $r^2\pi h : s^2\pi g = r^2 : s^2 = d^2 : e^2$. Sind h und g annähernde Werthe, deren Differenzen noch innerhalb der möglichen Beobachtungsfehler liegen, so müssen auch die Proportionen annähernd richtig sein.

Vergleichen wir nun die oben erwähnten Zahlen, so finden wir, daß das Verhältniß bei der Tricuspidalklappe und dem Lungenarterienventile des Menschen fast vollkommen gleich ausfällt, daß es dagegen bei den beiden venösen Klappen so wie bei der Bicuspidalis und der Lungenarterie der Frau, so wie bei den beiden Hauptarterienstämmen des Kalbes bedeutender abweicht. Wir hatten für den Querschnitt der rechten Atrio-Ventricularmündung 4,61863 Quadr. Cent., für den Halbmesser derselben 1,2125 Cent., für die hydrostatische Druckhöhe 3,20 Cent. und folglich für den absoluten Druck 14,779616 Cub. Cent. oder Grammen Wasser. Da der mittlere Querschnitt der Lungenarterie 3,51399 Quadr. Cent. betrug, so entspricht dieses einem mittleren Radius von 1,05761 Cent. Der absolute Druck glich hier im Minimum 11,5962 Cub. Cent. Wasser. Wir haben aber

$$14{,}779616 : 11{,}5962 = (1{,}2125)^2 : (1{,}07401)^2.$$

Es weicht mithin der gefundene Werth des Halbmessers des Querschnittes der Lungenarterie von dem berechneten nur um 0,01640 Cent. oder um weniger als $\frac{1}{5}$ Millimeter ab.

Der Flächeninhalt der linken Atrio-Ventricularmündung dagegen war 3,20438 Quadr. Cent., der Halbmesser derselben 1,025 Cent., das Minimum des hydrostatischen Druckes 4,10 Cent. und mithin der absolute Druck = 13,137968 Cub. Cent. Wasser. Vergleichen wir diese Werthe mit denen der Tricuspidalis, so haben wir

$$14{,}779616 : 13{,}137968 = (1{,}2125)^2 : (1{,}14318)^2.$$

Wir erhalten so für den Radius der Bikuspidalis einen Unterschied von 0,11818 Cent. oder etwas mehr als 1 Mm. Stellen wir die linke venöse Mündung mit dem Lumen der Lungenarterie zusammen, so haben wir

$$11{,}5962 : 13{,}137968 = (1{,}05761)^2 : (1{,}12572)^2.$$

Mithin eine Differenz des gefundenen und des berechneten Werthes von 0,10072 Cent. oder 1 Mm. Für die Lungenarterie des Kalbes hatten wir als Querschnitt 4,47623 Quadr. Cent., folglich als Radius 1,19366 Cent., als hydrostatische Höhe 8,50 Cent. und daher als absoluten Druck 38,047955. In der Aorta hatten wir als Querschnitt 5,09296 Quadr. Cent., als Radius 1,2734 Cent., als hydrostatischen Minimaldruck 7,80 Cent. und daher als absoluten Druck 39,725088 Cub. Cent. Wir finden aber:

$$38{,}047955 : 39{,}725088 = (1{,}19366)^2 : (1{,}21969)^2.$$

Mithin Differenz des berechneten und des gefundenen Werthes 0,05371 Cent. oder etwas über $\frac{1}{2}$ Mm.

Diese Folgerungen sie aber nur ein Corollarium dessen, was schon über die hydrostatischen Druckgrößen bemerkt worden. Die Form der Klappen ist hier vollkommen gleichgültig, weil die Vollkommenheit der Construction derselben die wesentlichste Norm für die Größen des hydrostatischen und des absoluten Druckes abgiebt.

334 Bei dieser Zweckmäßigkeit und Genauigkeit seiner Einrichtung kann das Herz als die vorzüglichste Pumpe fortwährend arbeiten und die Blutmasse trotz der Kleinheit seines Umfanges, trotz der Zartheit seiner Ventile, nicht minder schnell als kraftvoll fortführen. Es läßt aber bei seiner Thätigkeit keinen Zeitmoment unbenutzt. Bei regem Schlage folgt unmittel-

bar auf die gleichzeitige Systole der beiden Vorkammern die ebenfalls gleichzeitige Zusammenziehung beider Kammern und auf diese wiederum die Volumensverminderung der Atrien. Während die Ventriculartheile das Blut in die Arterien hineinpumpen, sammeln die Vorhoftheile Blut aus den Venen, um es dann sogleich im nächsten Augenblicke in die Kammern überzuführen. Nur bei Verlangsamung des Herzschlages kommen auffallendere Zeitintervalle und mit ihnen Verlust an Zeit zum Vorschein. Zuerst zeigt sich im Allgemeinen ein kleiner Zwischenraum zwischen der Systole der Kammern und der der Vorkammern, während die der ersteren der der letzteren unmittelbar nachfolgt. Bei noch größerer Schwäche des Herzschlages findet sich auch zwischen der Zusammenziehung der Atrien und der der Ventrikel ein leerer Abschnitt ein. Von diesen Verhältnissen überzeugt man sich bei dem Menschen entweder in denjenigen sehr seltenen Fällen von Monstrositäten, bei welchen eine angeborene Brustspalte vorhanden und das Herz frei vorgefallen ist oder bei solchen Individuen, welche durch irgend eine Verletzung eine Oeffnung im Brustbeine haben. Versuche an Thieren können in jedem Augenblicke dasselbe lehren. Um unnöthige Grausamkeit zu ersparen, öffnet man hierbei nicht die Brusthöhle eines lebenden Thieres, sondern tödtet dasselbe durch einen Schlag auf den Kopf und erhält alsdann das Herz in anhaltender Thätigkeit, indem man mittelst eines doppelten, eigenthümlich ventilirten Blasebalges atmosphärische Luft in die Lungen abwechselnd einführt und aus ihnen herauszieht. Verlangsamt sich der Herzschlag, so gelingt es oft deutlich wahrzunehmen, wie die Systole der Ventrikel an der Basis anfängt und von hier aus weiter fortschreitet. Die Vorkammern ziehen sich bald mehr im Ganzen zusammen; bald geht die Contractionsrichtung von oben nach unten, bald scheint das Herzohr ein Minimum von Zeit früher in Thätigkeit zu gerathen. Erlahmt das Herz, so hören in der Regel die Kammern früher zu schlagen auf, als die Vorkammern. Ruht es gänzlich, so kann man oft noch durch einen Reiz, welchen man auf die Ventrikel anbringt, diese zur Contraction anregen. Auf eine solche folgt dann meist eine Zusammenziehung der Atrien. Hat man die letzteren gereizt, so tritt nur, wenn die Contraction derselben energischer ist, eine nachfolgende Systole der Ventrikel ein.

Die Beobachtung eines Kindes, dessen Herz durch eine angeborene Oeffnung des Brustbeines vorgefallen war, rührt von Monod und Cruveilhier her [1]). Hier zeigte sich auch zwischen der Systole der Atrien und der der Ventikel kein merkliches Zeitintervall. Die Zusammenziehung der Kammern dauerte doppelt so lange, als die der Vorkammern. Den zweiten Fall, bei welchem das Herz wegen einer in dem Sternum befindlichen Oeffnung frei liegt, hatte schon Harvey, der Entdecker des Kreislaufes, bei einem Jünglinge zu untersuchen Gelegenheit [2]). Seine eigenen hierher gehörenden Worte sind: Simul cordis ipsius motum observavimus. Nempe illud in diastole introrsum subduci et retrahi, in systole vero emergere denuo et protrudi; fierique in corde systolen, quo tempore diastole in carpo percipiebatur; atque proprium cordis motum et functionem

---

[1]) Gazette medicale. 1842. Nr. 32. p. 497. Rep. Bd. VII. S. 429.
[2]) Guil. Harvaei exercitationes de Generatione animalium. Amstelodami. 1681. 8. p. 311—314.

esse systolen; denique cor tunc pectus ferire et prominulum esse, cum erigitur sursum et in se contrahitur. Bei frisch getödteten Thieren, denen man die Brusthöhle geöffnet hat, lassen sich, wenn man die künstliche Respiration einleitet, ähnliche Beobachtungen sehr deutlich und mit vollkommener Muße anstellen.

Um den Herzschlag bei einem gesunden unverletzten Thiere gleichsam unmittelbar in seinen Vibrationen sichtlich zu machen, dient folgendes Experiment. Da Thiere Einstiche in das Herz, welche einen geringeren Umfang haben, ohne Beschwerde ertragen (Jung), so legt man ein Kaninchen auf den Rücken und führt dicht am Brustbeine eine Nadel tief genug ein, damit sie in das Herz eindringe. Sie oscillirt dann forwährend den Herzschlägen oder der Systole der Kammern entsprechend hin und her. Zum Beweise aber, daß diese Erscheinung nicht durch die Athembewegungen entstehe, dient die Abzählung der Schwankungen. Da diese furchtsamen Thiere schon, wenn sie nur gehalten werden, ein sehr schnelles mühlradartiges Klappern des Herzens darbieten, so wankt die Nadel in der Minute 150 bis 160 Mal, während die Nasenlöcher in derselben Zeit nur 20 — 30 Einathmungen angeben. Steckt jene in den Athemmuskeln, so ist die Zahl ihrer Schwingungen weit geringer.

335 Unter allen Muskeln des Körpers ist das Herz dasjenige Organ, welches sich am häufigsten zusammenzieht und zugleich die größte Contractionstenacität hat. Von dem ersten Momente seiner Bildung bis zum Tode steht es keine Minute still und kann dieses auch nicht, ohne daß der Kreislauf, mit ihm die Athmung und mit diesem das Leben aufhört. Die augenblickliche Ruhe, welche die Muskelfasern desselben zwischen je zwei Zuständen der Systole haben, reicht hin, um sie von neuem zu erkräftigen und vor Erschöpfung zu hüten. Nur in einzelnen Momenten der Ohnmacht kann der Herzschlag sehr langsam und schwach erfolgen oder selbst momentan aufhören. In einzelnen Krankheiten, nach Gemüthsbewegungen, können die Pausen zwischen je zwei Acten der Systole etwas wachsen. Im Todeskampfe endlich erlahmt auch das Herz nach und nach. Alle vier Haupttheile desselben hören aber nicht gleichzeitig zu schlagen auf. Meistentheils erhält sich die Bewegung des rechten Atrium, bei einzelnen Krankheitsarten die des linken Herzens am längsten. (Siehe das Nähere bei den Reizbarkeitserscheinungen in der Nervenphysiologie.) Jener bedeutenden Bewegungsintensität aber entsprechend dauern auch die Zusammenziehungen des Herzens bei enthaupteten Thieren nach Einleitung der künstlichen Athmung Stunden lang oder selbst an ausgeschnittenen Herzen kürzere oder längere Zeit fort. Sind keine Zuckungen mehr mit freiem Auge wahrzunehmen, so kann man häufig noch solche selbst bei Säugethieren mehrere Stunden nach dem Tode beobachten, wenn man einzelne Muskelbündel unter das Mikroskop legt [1]).

336 Während seiner Thätigkeit verändert das Herz seinen Ort und erzeugt hierdurch den Herzschlag. Indem es sich nämlich während der Kammersystole mit seinem Spitzentheile nach vorn und links hebt, schlägt es so

¹) Vgl. Remak in Müller's Archiv. 1843. S. 185.

gegen die Brustwand, im Normalzustande in der Regel in der Gegend der fünften bis sechsten wahren Rippe an. Zugleich dreht es sich von rechts nach links, so daß dann (wenn man das Brustbein entfernt hat und das Thier auf dem Rücken liegt) fast nur der rechte Ventrikel sichtbar ist. Bisweilen jedoch scheint die Rotation zu fehlen oder sehr gering zu sein. Während der Kammerdiastole dagegen kehrt das Organ in beiden Beziehungen in seine alte Lage zurück.

Die Ursache des Herzschlages liegt in mehrfachen complicirten 337
Verhältnissen. 1) Daß derselbe weder durch die Lage der Theile im Thorax, noch durch die Blutfüllung des Herzens bedingt werde, lehrt der Umstand, daß das ausgeschnittene und noch pulsirende, auf den Tisch gelegte oder frei in der Luft hängende Herz bei jeder Systole seiner Ventrikel den Spitzentheil hebt und bei jeder Diastole denselben senkt. Der Erfolg bleibt der gleiche, wenn man die venösen Klappen zerstört oder mittelst einer gekrümmten Scheere, mit welcher man in die Kammern eingeht, die Warzenmuskeln derselben durchschneidet. Am leichtesten kann man diese Verhältnisse bei getödteten Fröschen beobachten. Allein auch bei erstickten Kaninchen, bei welchen man den Herzschlag eine Zeit lang durch künstliche Athmung unterhalten hat, ist dasselbe mit Bestimmtheit wahrzunehmen. Daß hierbei die Lage und Füllung der Vorkammern von keinem wesentlichen Einflusse ist, lehrt der Umstand, daß man an einem solchen ausgeschnittenen Herzen die Atrien, wie man will, verletzen kann, ohne daß das Resultat wesentlich geändert wird. Es müssen daher schon in dem Baue der Kammern bestimmte Momente, durch welche sich die Herzspitze bei der Systole der Ventrikel hebt, vorhanden sein. Bedenken wir nun, daß die meisten Muskelfasern derselben von den faserknorpeligen Oeffnungsringen an der Basis ausgehen und daher bei ihrer Contraction hier einen festen Ansatz haben, und daß sie größtentheils schief bis spiralig von dem Grunde nach der Spitze verlaufen und dort zum Theil umbiegen, so erklärt sich schon hieraus die Hebung der letzteren, wie wir sie auch an den ausgeschnittenen Ventrikeln wahrnehmen. Im Leben kommen mehrere Momente, welche wahrscheinlich jene Bewegung des Centralorganes des Kreislaufes verstärken, hinzu. Denn 2) die Lungenarterie und die Aorta müssen sich im Augenblicke der Systole der Ventrikel, in welchem eine neue Blutmenge in die Schlagadern gepreßt wird, strecken. Das Herz, welches mit seinen Kammern an ihnen wie an Stricken aufgehängt ist, wird hierdurch eine Hebelbewegung nach vorn machen. Dieses geschieht aber um so leichter als 3) die verschiedenen Momente der Schwere während der Systole und der Diastole jene Ortsveränderung begünstigen. Während der Zusammenziehung der Kammern sind die Vorkammern mit Blut gefüllt; während der Erweiterung dagegen findet das Umgekehrte Statt. Es muß daher der Schwerpunkt des Organes während der Ventrikularsystole weiter nach hinten, jenseits oder in die Nähe der Arterienursprünge, während der Diastole weiter nach vorn fallen. Berücksichtigen wir aber alle diese Momente zusammen, so können wir annehmen, daß der ursprüngliche Grund des Herzschlages schon durch die Anordnung der Herzmuskulatur selbst be-

dingt wird, daß dieses Phänomen daher auch an dem ausgeschnittenen blutleeren Herzen ebenfalls auftritt, daß aber im Leben mehrere Nebenbedingungen, welche den Effect unterstützen und vergrößern, hinzukommen.

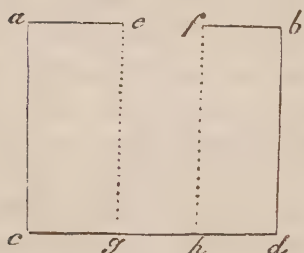
So constant das Anschlagen des Herzens an die benachbarten begrenzenden Wandungen und die Hebung der Spitze während der Kammersystole ist, so wenig beständig scheint die Rotationsbewegung zu sein. Daß sie bei dem Menschen vorkomme, lehren die schon oben erwähnten Erfahrungen von Monod und Cruveilhier; daß sie bei Thieren vorhanden sind, die Untersuchungen von Haller, Kürschner und der von der englischen Naturforscherversammlung niedergesetzten Commission. Bei Kaninchen kam ich in dieser Beziehung bei verschiedenen Exemplaren zu verschiedenen Resultaten. Bei einem z. B., welches getödtet und bei welchem die künstliche Athmung unterhalten worden, zeigte sich, daß sich das Herz während der Kammersystole von rechts nach links, während der Diastole von links nach rechts drehte. Bei einem anderen, bei welchem der gleiche Versuch gemacht worden und bei welchem man den Herzschlag länger als ½ Stunde beobachten konnte, war nichts der Art wahrnehmbar. Das Herz hob und senkte seine Spitze und rückte dabei nach links vor. Allein von Drehung erschien nie eine Spur. Vielleicht hatte dieses aber darin seinen Grund, daß das Thier viel Blut verloren und daß so das Herz weniger gefüllt wurde. Sollte sich diese Vermuthung bestätigen, so würde die Rotation nur bei einem gewissen Grade der Füllung des Gefäßsystemes zu Stande kommen. Ließ ich bei einem frisch getödteten Kaninchen alle großen Gefäße am Herzen mit Ausnahme der unteren Hohlvene unterbinden, setzte eine Spritze in die Vena cava inferior ein und injicirte abwechselnd Wasser oder zog es in die Spritze zurück, so hob sich das Herz bei dem Einströmen der Flüssigkeit mit seiner Spitze gegen die Brustwand und drehte sich zugleich von rechts nach links. Bei dem Zurückziehen ging es nach der Wirbelsäule und nach rechts zurück. Oft war das Zurücksinken schwächer als das Hervortreten. Die Resultate blieben übrigens im Wesentlichen die gleichen, das Cadaver mochte auf dem Rücken liegen oder in sitzende Stellung gebracht werden. Aehnliche und vollständigere Versuche hat auch schon früher Kürschner [1]) angestellt. Auch bei seinen Experimenten erfolgte die gleiche Drehung, das Wasser mochte durch die untere Hohlvene oder die rechte Lungenvene eingespritzt werden. Nur bei der Injection von der oberen linken Pulmonalvene aus mangelte sie gänzlich. Die Beobachtungen sind zwar auf den ersten Blick scheinbar auf den lebenden Zustand nicht anwendbar. Denn wir haben hier diejenige Bewegungsweise, welche der Systole des lebenden Zustandes entspricht, im Momente der Ausdehnung des Ventrikels. Allein dieser Gegensatz beruht auf Täuschung. Bei den genannten Versuchen sind die großen Gefäße mit Ausnahme desjenigen, durch welches injicirt wird, unterbunden. Die Flüssigkeit kann nicht weiter, dehnt daher die entsprechenden Gefäße und hebt und dreht auf diese Weise das Herz. Im Leben erscheint während der Systole etwas Aehnliches. Die dann hervorgepreßte Blutmasse findet an der in den Gefäßen enthaltenen Blutmenge einen Widerstand und streckt die Arterien, daher auch die Rotation wahrscheinlich nur bei einem gewissen Grade der Füllung, d. h. des Widerstandes, zum Vorschein kommt. Bei dem künstlichen Versuche ist dieser letztere größer, der Ventrikel aber dafür mit Wasser gefüllt und daher schwerer. Im Leben fällt die Resistenz geringer aus, die Kammern dagegen sind dann entleert und leichter. Jene Versuche veranschaulichen daher die Herzbewegung, welche durch die Streckung der großen Arterienstämme entsteht. Zu gleicher Zeit müssen wir aber durchaus den Moment des Eintrittes des Wassers der Systole und nicht der Diastole parallelisiren. Machen wir es, wie es geschehen ist [2]), umgekehrt, so würde folgen, daß sich das Herz im Momente der Systole nach rechts dreht, während in der Natur gerade das Entgegengesetzte Statt findet.

Die Erklärungen des Herzschlages bilden gegenwärtig noch den Gegenstand wissenschaftlicher Controversen. Ich habe diejenigen, welche meiner Ansicht nach die vorzüglichsten zu sein scheinen, vorangestellt. Nachträglich müssen wir jedoch auch noch meh-

[1]) Müller's Archiv. Jahrg. 1841. S. 103—114.
[2]) Kürschner in Müller's Archiv. 1841. S. 113. 14. Joh. Müller's Physiologie. Vierte Aufl. Bd. I. 1842. S. 144.

rere andere Meinungen kurz beleuchten. Daß nicht die Diastole, wie Viele früher glaubten (Corrigan, Stockes, Pigeaux), den Herzschlag erzeuge, kann man bei frisch getödteten Kaninchen, bei welchen man die künstliche Athmung unterhält, bestimmt wahrnehmen. Allein auch unter der Voraussetzung, daß er während der Kammersystole entstehe, existiren noch mehrere Annahmen, von denen die von Gutbrod und Skoda und die von Heine vertheidigten die wichtigsten sind. Die Erklärung von Gutbrod und Skoda [1]) beruht auf einer sehr scharfsinnigen Anwendung eines physikalischen Theoremes, welches jedoch bei dem Herzen nicht realisirt ist. Wenn nämlich ein Gefäß eine Flüssigkeit enthält, so bleibt Alles in Ruhe, weil bei gehöriger Widerstandskraft der Wandungen überall Druck und Gegendruck die gleichen sind und einander daher neutralisiren. Wenn dagegen die Wandung ab eines Gefäßes abdc eine Oeffnung ef hat, durch welche das von irgend einer Expansiv- oder Wurfkraft getriebene Wasser herausgepreßt wird, besitzt, so werden sich diese Verhältnisse ändern. In den Wandungen ac und bd können sich noch Druck und Gegendruck gleich bleiben. Auf die Wandung ab drückt das Wasser in den Theilen ae und fb, welche in gleicher Art wiederdrücken, so daß das Resultat = 0 ist. Dagegen wird die ganze Wandung cd von dem Drucke des Wassers getroffen, während nur cg und hd ihren aufhebenden Gegendruck ausüben können. Der Theil gh wird nur von dem Fluidum gedrückt, kann aber nicht in gleichem Grade entgegenwirken, weil er der Ausflußöffnung ef gegenüberliegt. Er ist mithin schutzlos. Abstrahiren wir nun von dem Gewichte des Behälters und der in ihm enthaltenen Flüssigkeitsmasse, so werden beide in Proportion, mit welcher der schutzlose Theil gh gedrückt wird, in der Richtung von a nach c fortbewegt werden. Oder allgemein ausgedrückt können wir annehmen, daß jeder Behälter, aus dem aus dem oben erwähnten Grunde eine Flüssigkeit durch eine Ausflußöffnung hervorgetrieben wird, die Tendenz erhält, gleichzeitig nach einer der Ausflußöffnung entgegengesetzten Richtung zurückzuweichen und daß dieser Erfolg in der That eintritt, wenn die rücktreibende Kraft groß genug ist, um die Trägheitsmomente der Schwere des Behälters und des in ihm eingeschlossenen Fluidum zu überwinden. Für das Wasser erhält man durch das Segnersche Rad, welches man auch in der Technik angewendet hat, für die Luft durch das Zurückprallen der Feuergeschütze im Momente des Losgehens anschauliche Belege dieser Verhältnisse. Dagegen fährt eine schief gelegte Retorte, in welcher wir Wasser kochen, nicht zurück, weil der Druck auf die der Ausgangsöffnung gegenüberliegende Wand von der Schwere des Ganzen überwunden wird. Da nun in dem Momente der Systole der Kammern das Blut durch die Ausflußöffnungen der Lungenarterie in der Richtung nach oben und hinten austritt, so müßte, wenn jener physikalische Lehrsatz hier seine Anwendung fände, eine Stoßbewegung des Herzens von hinten und oben nach vorn und unten erfolgen.

Fig. 12.



Um nun aber durch einen Gegenversuch zu zeigen, daß dieses Verhältniß in dem Herzen nicht realisirt sei, legte ich bei einem Frosche das Herz bloß und schnitt mit der Scheere ein Stück von der Herzspitze ab. Hierdurch entstand, da dieses Thier einen einfachen Ventrikel mit einer einfachen Arterienmündung hat, eine Gegenöffnung gegen die letztere. Es hätte daher der Herzstoß aufhören oder wenigstens schwächer oder abgelenkt werden müssen. Allein keine dieser theoretisch geforderten Veränderungen trat ein. Skoda erwiederte zwar hierauf [3]), daß auch kein Beweis vorliege, daß der Gegendruck des Blutes den Herzstoß des Frosches erzeuge, weil das Herz hier nie eine Bewegung nach abwärts mache, und daß diese wahrscheinlich in der Langsamkeit der Contraction und in der geringen Menge des Blutes ihren Grund habe. Allein einerseits würde das Froschherz bei seiner Einrichtung jenes physikalische Verhältniß eben so gut wie das Menschenherz bedingen müssen, da in beiden Fällen im Ventrikel eine der geschlossenen Herzspitze gegenüberliegende Ausflußöffnung existirt. An-

[1]) J. Skoda, Abhandlung über Percussion und Auscultation. Zweite Aufl. Wien. 1842. 8. S. 147.

[2]) Pouillet's Lehrbuch der Physik und Meteorologie, für deutsche Verhältnisse. Frei bearbeitet von Joh. Müller. Braunschweig. 1842. 8. Bd. I. S. 177.

[3]) a. a. O. S. 147. 48.

derseits aber zeigt das Froschherz einen Herzstoß und ist mit Blut während der Diastole eben so gut angefüllt als das Herz der höheren Thiere. Um aber auch, abgesehen von diesen Gründen, wiederum mit einem Gegenversuche auftreten zu können, ließ ich bei einem frisch getödteten Kaninchen die künstliche Athmung einleiten, öffnete die Brusthöhle, betrachtete zuerst eine Zeit lang die Bewegung des lebhaft pulsirenden Herzens und schnitt dann von der Herzspitze so viel hinweg, daß jede der beiden Kammern unten eine weite Oeffnung hatte. Der Herzstoß zeigte keine Veränderung. Ich machte mir den Einwand, daß sich vielleicht die Spitzenöffnungen während der Systole schlossen und so die Vollständigkeit der Wandungen bedingten. Ich schob daher in die beiden künstlichen Oeffnungen der beiden Ventrikel Glasröhren ein, so daß ich sicher war, daß die Lungenarterie sowohl als die Aorta ihre Gegenöffnungen besaßen. Allein auch dieses änderte den Erfolg nicht. Der Herzstoß blieb sogar, als kein Blut mehr in dem Herzen kreiste.

Betrachten wir auch die Verhältnisse genauer, so läßt sich selbst theoretisch zeigen, daß jenes physikalische Verhältniß bei dem Herzschlage nicht realisirt sein kann. Geht eine Flinte los, so rückt das Gewehr zurück, weil die plötzlich ausgedehnte Luft einen solchen Druck ausübt, daß sie die Trägheit des Flintenlaufes überwindet. An den Seitenwandungen, die hierzu stark genug sind, halten sich die beiden Druckkräfte das Gleichgewicht, so daß hier keine Störung der Richtung entstehen kann. Dagegen kann die Luft in der Richtung nach dem Kolben hin ungehindert drücken. Deshalb fährt auch die Flinte nach hinten zurück. Wäre aber die Druckkraft der Luft kleiner als die beiderlei Widerstandskräfte, welche durch die Härte des Flintenlaufes und die Schwere des Gewehrs entstehen, so würde kein Ruck erfolgen. Das letztere findet aber bei dem Herzen Statt. Das Blut hat an und für sich keine Kraft, welche hier wirken könnte. Es erhält diese erst durch den Druck, welchen die im Momente der Systole sich contrahirenden Wände des Herzens ausüben. Ein Theil dieser Druckgröße wird zum Eintreiben des Blutes in die Gefäße der Lungen und des Körperkreislaufes verwandt. Nennen wir diese Druckgröße b, die der Herzwandungen dagegen a, so bleibt dem Blute selbst nur a—b übrig, während die Herzwände a Druck haben. Mithin ist der Widerstand von diesen größer als der durch das Blut auf die Wände ausgeübte Druck. Es kann so nie ein Zurückstoßen des Herzens Statt finden.

Gegen die Vorstellung von Heine[1]), daß die Zusammenziehung der Warzenmuskeln, welche die venösen Klappen des Herzens spannen, den Herzstoß hervorruft, sprechen ebenfalls positive Gegenversuche. Denn die Hebung des unteren Theiles des Herzens während der Systole bleibt, wenn im Herzen kein Blut mehr kreist, wenn die untere Hälfte der Ventrikel hinweggenommen worden ist oder wenn man durch Einführen einer Scheere in die Ventrikularhöhle die Warzenmuskeln zerstört hat.

Die Intensität des Herzstoßes variirt, wie sich aus den Ursachen desselben von selbst ergiebt, bei Vergrößerung oder krankhafter Thätigkeit des Herzens in hohem Grade. Eben so kann er nach der verschiedenen Lage des Herzens unter der sechsten wahren Rippe, oder in der Gegend des Brustbeines, oder in der Herzgrube oder selbst bei umgekehrter Lage der Brusteingeweide an der rechten Seite erscheinen.

338 Gleichzeitig mit dem Herzschlage vernimmt das an die Brust gelegte Ohr eigenthümliche Töne, welche man daher mit dem Namen der Herztöne bezeichnet. Zur Untersuchung derselben kann man sich auch des Hörrohres oder des Stethoskops bedienen, obgleich dieses Instrument die Perception der Töne nicht wesentlich verstärkt und mehr der Bequemlichkeit und des Anstandes halber als behufs seines Nutzens gebraucht wird. In der Gegend, wo der Herzstoß fühlbar ist, hören wir alsdann immer abwechselnd zwei Töne, die nicht nur bei verschiedenen gesunden Menschen, sondern auch bei einem und demselben Individuum zu verschiedener Zeit in ihren Nuancen häufig variiren. Im Allgemeinen ist der erste Ton et-

[1]) Henle und Pfeuffer Zeitschrift für rationelle Medicin. Bd. I. 1842. 8. S. 95 fgg.

was tiefer und dumpfer und dauert etwas länger, während der zweite höher und heller erscheint und etwas kürzere Zeit anhält. Der letztere folgt fast unmittelbar auf den ersteren. Zwischen ihm und dem nächstfolgenden ersten aber zeigt sich ein kleines, bisweilen äußerst geringes, jedoch bestimmtes Zeitintervall. Auch in der Umgegend der Stelle des Herzstoßes sind diese leichter zu hörenden als zu beschreibenden Töne wahrnehmbar. Sie werden aber mit Vergrößerung der Distanz immer schwächer. Legt man das Ohr — wodurch man weit besser als durch das Stethoskop hört — unmittelbar an die Haut des zu untersuchenden Menschen, so vernimmt man in der Regel beide Töne bis zu der Grenze des Halses und rechts und links bis etwas über eine von der Mitte der Achselhöhle senkrecht gefällte Linie nach dem Rücken zu hinaus. Existirten nicht in der Brust die mit Luft gefüllten Lungen, so würde man wahrscheinlich beide Töne an allen Theilen des Thorax deutlich vernehmen. Dieses kann man unmittelbar dadurch erfahren, daß man das Ohr auf die Brust links vom Sternum legt und den Menschen auf ein gegebenes Zeichen tief einathmen läßt. Die Töne werden immer schwerer hörbar und verschwinden endlich gänzlich, weil die dazwischen liegende eingeathmete Luft des ausgedehnten Lungentheiles die Schallwellen ungleicher fortpflanzt. In der Gegend des Herzstoßes und dessen Nachbarschaft ist der erste Ton am deutlichsten. Den zweiten hört man am besten, wenn man das Ohr an den Ansatz der linken Seite des Brustbeines in der Gegend des dritten bis vierten Rippenknorpels anlegt. Hier tritt zugleich der erste Ton seiner Intensität noch verhältnißmäßig bedeutend zurück.

Die Ursache dieser Töne ist bis jetzt noch nicht unzweifelhaft nachge- 339
wiesen. Physikalische, physiologische und pathologische Gründe stimmen aber darin überein, daß beide wahrscheinlicher Weise Ventiltöne sind und daß der erste Ton vor der Schließung der Atrio-Ventricularklappen im Momente der Systole und der zweite von der der halbmondförmigen Klappen der Lungenarterie und der Aorta im Augenblicke der Diastole der Kammern herrührt. Wir haben gesehen, daß sogleich, wie sich die Ventrikel zusammenziehen, die Tricuspidal- und die Mitralklappe gespannt werden. Sie bilden dann ausgedehnte Membranen, welche durch die nachdrückenden Blutwellen in Schwingungen versetzt werden. Diese Schallwellen theilen sich entsprechend dem Blute mit und pflanzen sich durch die übrigen Organe des Thorax nach außen fort. Im Momente der Diastole der Kammern stellen sich die halbmondförmigen Klappen und werden bei ihrer Schließung durch die Blutsäule, welche in den elastisch zurückspringenden Arterien enthalten ist, ebenfalls zum Vibriren gebracht. Die Fortpflanzung der Tonwellen erfolgt hier in ähnlicher Art wie in dem ersteren Falle. Die Differenz der Structur und Größe der Segelventile des Herzens und der Taschenventile der großen Gefäßstämme, so wie die Verschiedenheiten des Druckes erzeugen die erwähnten Unterschiede. Da aber im Normalzustande die Spannung der Atrio-Ventricularklappen, so wie die Energie der Kammersystole unter mannigfachen Verhältnissen eine sehr abweichende ist, die auf die Semilunarklappen einwirkenden Momente dagegen mehr

die gleichen bleiben, so ändert sich auch im gesunden Zustande der erste Ton häufiger und bedeutender als der zweite. Aus dieser Annahme der Ursachen der Herztöne erhellt auch, weshalb wir den ersten Ton am deutlichsten in der Umgegend der Region des Herzstoßes, den zweiten am besten an der Einfügungsstelle des dritten bis vierten Rippenknorpels mit dem Brustbeine hören und jeden von beiden an der einen der genannten Stellen vorherrschend werden sehen. Denn der erstere Ort entspricht der Lage der Ventrikel, der letztere der der halbmondförmigen Arterienklappen. Daß übrigens bei jedem hydraulischen Apparate, welcher die Oeffnung und Schließung von Ventilen voraussetzt, während des Arbeitens des Instrumentes Ventiltöne entstehen, lehrt schon jede Feuersprütze. Wie viel leichter diese durch das Wasser fortgeführt werden, zeigen am evidentesten diejenigen Springbrunnen, welche nach dem Principe des hydraulischen Widders gearbeitet sind. Wenn es ruhig ist, hört man bisweilen angeblich an der Quelle das Spiel der Ventile sehr deutlich. Sonst dagegen, wo die Luft ein Zwischenmedium bildet, kann man sie häufig noch nicht an viel näheren Punkten vernehmen.

Es entspricht der Tendenz dieses Werkes nicht, hier alle Ansichten, welche über die Herztöne geäußert wurden, anzuführen. Wer sich über das Historische belehren will, der findet eine Zusammenstellung der über diese Töne bekannt gewordenen Meinungen in: J. Bouillaud traité clinique des maladies du coeur. Tome prémier. Paris. 1835. 8. p. 103 — 138 und in A. Raciborski Nouveau manuel complet d'auscultation et de percussion ou application de l'acustique au Diagnostic des maladies. Bruxelles. 1835. 12. p. 160 — 178. Die neueren Untersuchungen habe ich in dem Repertorium Bd. I — VII zusammenzustellen gesucht. Eine Reihe derselben findet sich auch bei Skoda Abhandlung über Percussion und Auscultation. Zweite Auflage. Wien. 1842. 8. S. 166 fgg. Hier können wir nur die wichtigsten Principien der verschiedenen Annahmen kurz besprechen.

1) Daß durch das Anschlagen des Herzens an die Brustwand keiner der beiden genannten Töne entstehe, läßt sich durch einen einfachen Gegenversuch darthun. Man beobachte den Herzschlag eines lebenden Kaninchens. Ist dieses, wie gewöhnlich in Angst, so gleichen die beiden sehr rasch auf einander folgenden Töne vollkommen dem Geklapper in einer Mühle. Nun läßt man das Thier auf irgend eine Weise, die jedoch mit keinem Blutverluste verbunden ist, tödten. Man öffnet schnell die Brusthöhle und leitet die künstliche Athmung ein. Diese hat um so bessere Erfolge, je mehr Blut sich noch in dem Körper befindet. Pulsirt das Herz lebhaft, so hört man beide Töne vollständig wieder. Am besten bedient man sich zu dieser Untersuchung eines Stethoskopes, dessen Conus an seiner Basis einen Lumendurchmesser von 25 Mm. hat und welches hier mit einer durchfeuchteten, aber sehr straff angezogenen oder überfirnißten Blase verschlossen ist.

2) Daß die Zusammenziehung der Muskelfasern der Kammern die Ursache des ersten Tones nicht sein könne, zeigen Gegenversuche, die man an jedem Nebenmenschen anstellen kann. Man setze das Stethoskop auf den Biceps brachii und lasse diesen in Contraction treten. Es entsteht dann ein Geräusch, welches dem, bei dem Falten von Papier oder Leder zum Vorschein kommenden Tone entfernt gleichkommt, und das man daher auch Ledergeräusch (Bruit de cuir) genannt hat. Mag dieses nun wahrhaft von der Zusammenziehung des Muskels oder von der Reibung desselben gegen seine Hüllen und seine Aponeurose oder der Friction der Haut und des Stethoskopes oder einer Combination aller dieser Ursachen herrühren, so ist so viel gewiß, daß es dem ersten Herztone nicht im Geringsten gleicht. An dem ausgeschnittenen, noch pulsirenden Herzen des Kaninchens konnte ich während dessen Zusammenziehung auf keine Weise einen Ton wahrnehmen. Daß noch viel weniger die Systole der Vorhöfe den zweiten Ton bedingen könne, erhellt von selbst.

3) Bis zur Gegenwart glauben noch viele, daß das während der Systole der Kammern Statt findende Einschießen des Blutes in die Lungenarterie und die Aorta einen

Ton erzeugen müsse, weil man sich nur schwer des Gleichnisses, daß eine Spritze bei dem Ausspritzen zischt, erwehren kann. Allein man darf nicht vergessen, daß eine Spritze nur dann einen Schall bedingt, wenn Luft mit hervortritt, sonst aber keinen Ton verursacht. Da nun aber im Leben weder im Herzen, noch in den Arterien Luft existirt, so kann auch durch das Einströmen des Blutes in die Schlagadern keine Tönung bedingt werden. Man ist im Stande, sich diesen Satz durch folgenden Versuch unmittelbar zu versinnlichen. Man binde ein Darmstück eines größeren Säugethieres, z. B. des Pferdes, an einem Ende genau zu, fülle es mit Wasser mäßig an und befestige an das andere Ende den mit einem Hahne versehenen Ansatz einer großen Injectionsspritze, die mit Wasser gefüllt ist. Nun treibt man auf das Sorgfältigste alle Luft aus dem Darme aus und schließt hierauf den Hahn des Ansatzes. Eben so entfernt man alle Atmosphäre aus der Spritze, setzt diese so an, daß keine Luft dazwischen tritt, stellt das Stethoskop, mit welchem man beobachtet, an den Punkt, wo der Endtheil des Ansatzes in das Darmstück hineinragt, öffnet den Hahn und läßt Wasser stärker oder schwächer einspritzen. Man wird nie, wie dieses auch physikalisch nicht anders möglich ist, den geringsten Ton wahrnehmen. Sind aber nur wenige Luftblasen dem Wasser beigemischt, so hört man sogleich das Zischen, welches wir bei einer Feuerspritze im Großen haben.

4) Die Reibung des Blutes gegen das Endocardium kann bei der Glätte des letzteren und der Leichtigkeit der Bewegung keinen Ton hervorrufen. Eher könnte dieses in den Kammern bei den durch die Fleischbälkchen und die Warzenmuskeln entstehenden Unebenheiten der Fall sein. Allein wir werden bald sehen, daß z. B. das Dahingleiten des Wassers auf der gewiß nicht sehr ebenen Oberfläche der Darmschleimhaut von keiner deutlich wahrnehmbaren Tonbildung begleitet ist. Eben so kann

5) das Erzittern der Arterienwandungen im Momente der Systole der Ventrikel gewiß höchstens nur ein sehr untergeordnetes Nebenmoment ausmachen. Daß dagegen

6) gespannte thierische Häute, wenn Wasser ohne mechanisch beigemengte Luft an sie anschlägt, tönen, lehrt folgender Versuch. Man bindet ein Darmstück des Pferdes an einem Ende zu, füllt es mäßig mit Wasser, treibt auf das Sorgfältigste alle Luft aus und verschließt das andere Ende ebenfalls durch eine Ligatur. Nun legt man das Darmstück, um alle durch das Anschlagen an harte Körper entstehenden Nebentöne zu vermeiden, auf ein zusammengefaltetes Handtuch, setzt das Stethoskop in der Nähe des einen Endes desselben auf und läßt von einem Gehülfen von dem anderen Ende aus, das Wasser nach dem Ende, wo das Instrument aufsteht, durch Druck übertreiben. Man hört dann im Momente, wo das Wasser an die gespannte Darmhaut anschlägt, einen Ton, der, wenn der Versuch ganz gut gelingt, von dem ersten Herztone fast gar nicht zu unterscheiden ist. Enthält dagegen das Wasser nur eine oder mehrere Luftblasen, so werden schon die Töne unrein, und das sonst so schlagende Experiment mißlingt. Bei dem Dahingleiten des Wassers längs den Wandungen des Darmstückes konnte ich keinen irgend deutlichen Reibungston vernehmen. Dieser Versuch unterstützt aber die Ansicht, daß das Anschlagen des Blutes an die Atrio-Ventricularklappen, welche im Momente der Systole der Ventrikel gespannt sind, den ersten Ton erzeuge. Für die Entstehung des zweiten Tones durch die Semilunarklappen der Lungen, spricht der in England mehrfach angestellte Versuch, bei welchem dieser Schall nach Zerstörung dieser Ventile verschwunden sein soll. Ich muß zwar frei bekennen, daß mir dieses Experiment an dem todten Herzen nicht ganz sicher gelingen wollte, und daß ich überhaupt die Ursache des zweiten Tones nicht für ganz so evident erwiesen als die des ersten halte. Allein physikalisch betrachtet müssen die halbmondförmigen Klappen hellere und schwächere Ventiltöne, wie wir es eben bei dem zweiten Tone finden, erzeugen.

Die Verhältnisse der Herztöne sind so delicat und ändern sich schon unter geringfügigen Einflüssen so bedeutend, daß Versuche der Art, die man an dem todten oder dem noch pulsirenden Herzen anstellt, nur selten zu Resultaten führen. Ich band ein frisches Kalbsherz, dessen Klappen vortrefflich arbeiteten, an den Ring eines großen Filtrirgestelles, hielt es dadurch schwebend, setzte in die Lungenarterie sowohl als in die Aorta je eine Glasröhre von beinahe 2 Fuß Länge so ein, daß ihr unteres Ende noch ungefähr 1″ von dem Niveau der entsprechenden Semilunarklappen entfernt war, befestigte beide durch Ligaturen und füllte sie mit Wasser. Die arteriellen Klappen schlossen so gut, daß die Säule häufig ganz constant blieb. Nun wurden die Kammern, da das Foramen ovale zum Theil noch offen war, von dem rechten Vorhofe aus gefüllt. Drückte

man das Herz, so öffneten sich die Semilunarklappen. Die Wassersäulen stiegen in den Glasröhren und fielen wieder bei dem Nachlasse des Druckes, blieben aber dann, sobald die arteriellen Klappen schlossen, höher als vor dem Versuche. Bei Fortsetzung des Experimentes spritzten sie endlich zu den Röhren heraus und bildeten stoßende Strahlen, ganz wie sie im lebenden Körper von einer durchschnittenen Arterie geliefert werden. Ueberhaupt eignet sich dieser Versuch auf sehr gute Weise, die Mechanik des Herzens zu versinnlichen. Nur muß man durch einen aufgesetzten Trichter dafür sorgen, daß immer Wasser in die Kammern nachfließt. Für die Herztöne ist aber deshalb wenig zu gewinnen, weil es fast unmöglich ist, das in dem Ventrikularraum befindliche Wasser luftfrei zu erhalten. Setzt man das Stethoskop an die Gegend der Semilunarklappen der Lungenarterie oder der Aorta an, so hört man während der Zusammenziehung der Kammern oft nichts und oft einen bloßen schwirrenden Ton bei dem Einschießen des Wassers, und einen hellern bei dem Zurücksinken der Wassersäule und der Stellung der Klappen. Macht man aber diese letzteren dadurch unthätig, daß man die Röhren in die Ventricularhöhlen einschiebt, so fehlt dieser zweite Ton immer. Der erste mangelt ebenfalls oder wird (wegen der Starrheit der Glaswände der Röhren) schwächer blasend oder er gleicht demjenigen Tone, welcher bei der Entleerung einer Feuersprütze eintritt, auf mehr oder minder vollkommene Weise. Das Letztere findet besonders Statt, wenn eine etwas größere Menge von Luft dem Wasser beigemengt ist. Bei dem Ansetzen des Stethoskopes an die Basis des Herzens, und zwar an den, der Gegend der Atrio-Ventricularklappen entsprechenden Stellen hört man das Anschlagen des Wassers sehr deutlich. Dieses erhält sich auch nach Zerstörung der venösen Klappen, scheint aber dann bisweilen etwas schwächer zu werden.

Es unterliegt nach den obigen Ansichten, daß die Herztöne Ventiltöne seien, keinem Zweifel, daß in jedem Momente eigentlich zwei Töne entstehen, weil einerseits die Tricuspidalklappe und anderseits die Mitralklappe und eben so einerseits die Semilunarklappen der Lungenarterie und anderseits die der Aorta schwingen. Allein da die beiden ersteren Töne sowohl, als die beiden letzten zeitlich zusammenfallen und die sie hervorbringenden Organe sehr nahe bei einander liegen, so werden, so lange die Klappen gleichmäßig äquilibrirt sind, beide Töne zugleich gehört. Wir vernehmen so nur einen Ton. Ist dagegen eine Klappe fehlerhaft, so daß durch sie eine andere Tonbildung als durch ihr entsprechendes Gegenstück entsteht, so hört man natürlicher Weise bisweilen, wie Skoda ganz richtig bemerkt, neben dem einen Tone ein abnormes Geräusch. An einer Stelle der Brustwand ist dieses, an einer anderen jenes, deutlicher vernehmbar. Solche Blasebalg-, Schabe-, Sägen- oder Pfeilgeräusche entstehen durch krankhafte Thätigkeit der Herztontraction, durch zu große Festigkeit der Klappen, durch kalkige Ablagerungen in ihnen, durch andere Ausschwitzungen aller Art und dgl. Ist der Herzbeutel mit festen Exsudaten gefüllt, besteht ein sogenanntes Cor villosum, so erzeugt sich ebenfalls durch die Reibung ein eigenes Rasselgeräusch, welches bisweilen deutlich durch das Stethoskop wahrgenommen wird. Das Nähere über diese pathologischen Geräusche s. bei Skoda a. a. O. S. 194 fgg.

Da das Herz endlich im Momente der Systole härter und zusammengezogen ist und dann an die Brustwand anschlägt, so muß auch hierdurch ein Ton entstehen. Daß dieser jedoch auf den ersten Herzton keinen sehr wesentlichen Einfluß habe, lehrt der Umstand, daß jener auch nach Oeffnung der Brusthöhle nicht wesentlich geschwächt wird.

340 Da die Kraft des Herzens, welche das Blut in die Arterien stößt, durch die Zusammenziehung der Muskelfasern bedingt wird, so muß sie der Quantität, der Anordnung und der Contractionsenergie der letzteren proportional sein. Im gesunden Zustande verkürzen sich aber die Muskulaturen beider Vorhöfe und eben so die beider Kammern gleichzeitig. Setzen wir dieses voraus, so lassen sich aus den an der Leiche anzustellenden Beobachtungen eine Reihe von Normen, welche wir wieder in der Form von Sätzen und Beweisen vortragen können, entnehmen.

341 Erster Lehrsatz. In gesunden Herzen des Menschen und der in dem nachfolgenden Verzeichnisse aufgeführten Säugethiere und Vögel ver-

hält sich die Muskelmasse der rechten Kammer zu der der linken genau = 1 : 2. Oder setzen wir den Widerstand, welcher bei dem gesammten Kreislaufe zu überwinden ist, = 1, so kommen genau ⅔ desselben auf den Körper- und ⅓ auf den Lungenkreislauf.

Beweis. Da unter sonst gleichen Verhältnissen die Stärke der Muskelkraft der Summe der Muskelfasern entspricht [1]), so muß die Bestimmung der letzteren Größen in beiden Ventrikeln unmittelbar die Proportion der ersteren liefern. Wir können aber die Masse der Musculatur der Herzkammern auf drei verschiedenen Wegen finden: 1) Durch unmittelbare Messung. Wir entnehmen z. B., wie es bei den folgenden Belegen zum Theil geschah, 10 Messungen der Dicke der Kammerwandungen an verschiedenen Stellen, ziehen aus ihnen das Mittel und gebrauchen die so erhaltenen Zahlen zu den anzustellenden Vergleichungen. Diese Methode ist die am wenigsten genaue und führt äußerst leicht zu Irrthümern. 2) Durch Volumensbestimmung. Man schneidet die rechte und die linke Kammer dicht an den Ostiis venosis und am Septum ventriculorum ab und sucht das Volumen, indem man die Theile in Wasser eintaucht und von aller Luft befreit. Ist der so gefundene Umfang des rechten Ventrikeltheiles = a und der des linken = b, so hat man die Proportion = a : b. Schon diese giebt das gesuchte Verhältniß. Allein der Vollständigkeit wegen bestimmt man noch das Volumen des Septum = c und vertheilt dieses nach Maaßgabe der gefundenen Proportion, d. h. der rechte Ventrikel erhält dann natürlicher Weise $\frac{a\,c}{a+b}$, der linke $\frac{b\,c}{a+b}$. Folglich beträgt der rechte Ventrikel im Ganzen $a + \frac{a\,c}{a+b}$ und der linke $b + \frac{b\,c}{a+b}$. Das Verhältniß der beiden letzteren Zahlen darf natürlich nur so weit von der ersten Proportion abweichen, als das Wegwerfen von Decimalstellen Irrthümer verursacht. 3) Durch das Gewicht. Hier werden die Ventricularwandungen bis auf Centi- oder Milligramme abgewogen. Die Berechnung ist dieselbe wie bei Nr. 2. Diese beiden letzteren Methoden sind die genauesten und harmoniren so sehr, daß sie, wie wir sehen werden, meist erst in der dritten Decimalstelle abweichen.

Die Untersuchungen, welche den eben aufgestellten Lehrsatz beweisen, sind aber folgende:

I. Herz eines starken erwachsenen Mannes, der sich erhenkt hatte.

a. Messungsbestimmung.

		Mittlerer Wandungsdurchmesser in Millim.
	Rechter Ventrikel ohne Septum	7,000.
	Linker Ventrikel ohne Septum	14,500.
	Verhältniß des rechten zum linken = 1 : 2,071428.	
	Mittlere Dicke des Septum	7,500.
Daher:	Septaltheil des rechten Ventrikels	2,441.
	Septaltheil des linken	5,059.
Folglich:	Rechte Kammer im Ganzen	9,441.
	Linke Kammer im Ganzen	19,559.
Mithin:	Verhältniß des rechten Ventrikels im Ganzen zum linken = 1 : 2,071708.	

II. Sehr kleines Herz einer 41jährigen, an Lungenschwindsucht verstorbenen Frau.

a. Messungsbestimmungen.

		Mittlerer Wandungsdurchmesser in Millim.
	Rechte Kammer ohne Septum	4,65.
	Linke Kammer ohne Septum	10,20.
Daher:	Verhältniß der rechten Kammer zur linken = 1 : 2,1935.	

---

[1]) Das Nähere zur Begründung dieses Satzes siehe in Henle und Pfeuffer Zeitschrift für rationelle Medicin. Bd. I. Zürich. 1843. S. 320.

Der mittlere Durchmesser des Septum wurde hier nicht bestimmt. Natürlich wäre durch Vertheilung dieses Werthes die zweite Proportionszahl nicht wesentlich geändert worden.

b. Volumensbestimmung.

		Wandungsvolumen in par. Cubikzoll. Mittel aus 2 Beobachtungen[1]).	
	Rechter Ventrikel ohne Septum	1,005 1,005	1,005.
	Linker Ventrikel ohne Septum	2,015 2,120	2,0675.
Daher:	Verhältniß des rechten zum linken = 1 : 2,057213.		
	Septum	1,124 1,114	1,1190.
Folglich:	Septaltheil der rechten Kammer		0,36602.
	Septaltheil der linken Kammer		0,75298.
Mithin:	Rechte Kammer im Ganzen		1,37102.
	Linke Kammer im Ganzen		2,82048.
	Verhältniß der rechten Kammer zur linken = 1 : 2,057213.		

c. Gewichtsbestimmung.

		Wandungsgewicht in Grammen.
	Rechte Kammer	19,620.
	Linke Kammer	40,256.
Daher:	Verhältniß der rechten zur linken = 1 : 2,051783.	
	Septum der Kammern	22,260.
Mithin:	Septaltheil der rechten Kammer	7,2941.
	Septaltheil der linken Kammer	14,9659.
Folglich:	Rechte Kammer im Ganzen	26,9141.
	Linke Kammer im Ganzen	55,2219.
	Verhältniß des rechten zum linken Ventrikel = 1 : 2,051784.	

III. Herz eines 33jährigen Mannes, welcher sich erhenkt hatte.

a. Volumensbestimmung.

	Volumen in franz. Cubikzoll.
Rechter Ventrikel ohne Septum	2,52.
Linker Ventrikel ohne Septum	5,11.
Verhältniß des rechten zum linken Ventrikel = 1 : 2,027778.	
Septum der Kammern	1,945.
Septaltheil der rechten Kammer	0,642385.
Septaltheil der linken Kammer	1,302615.
Rechter Ventrikel im Ganzen	3,162385.
Linker Ventrikel im Ganzen	6,412615.
Verhältniß des rechten zum linken Ventrikel = 1 : 2,027778.	

b. Gewichtsbestimmung.

	Gewicht der Wandung in Grammen.
Rechte Kammer ohne Septum	52,080.
Linke Kammer ohne Septum	108,220.
Verhältniß der rechten zur linken Kammer = 1 : 2,077956.	
Septum der Kammern	41,295.

---

[1]) Die Röhre, deren ich mich zu den Volumensbestimmungen bediente, hatte jeden französischen Cubikzoll in 100 Theile getheilt und ließ sogar noch ½ — ¼ Grad gut abschätzen.

Daher:	Septaltheil der rechten Kammer	13,41637.
	Septaltheil der linken Kammer	27,87863.
Mithin:	Rechte Kammer im Ganzen	65,49637.
	Linke Kammer im Ganzen	136,09863.
Also:	Verhältniß der rechten Kammer zur linken = 1 : 2,077956.	

IV. Herz einer alten Hündin [1]).

a. Volumensbestimmung.

	Volumen in franz. Cubikzollen.
Rechte Kammer im Ganzen	2,323217.
Linke Kammer im Ganzen	4,566783.

Verhältniß der rechten zur linken Kammer = 1 : 1,965715.

V. Herz eines über 15 Jahr alten Wallachen.

a. Gewichtsbestimmung.

	Gewicht in Grammen.
Rechte Kammer im Ganzen	653,6613.
Linke Kammer im Ganzen	1261,3387.

Verhältniß der rechten zur linken Kammer = 1 : 1,929651.

VI. Herz eines Kalbes.

a. Volumensbestimmung.

	Volumen in französ. Cubikzollen.
Rechter Ventrikel im Ganzen	5,5726.
Linker Ventrikel im Ganzen	10,9624.

Verhältniß des rechten zum linken Ventrikel = 1 : 1,9671964.

b. Gewichtsbestimmung.

	Gewicht in Grammen.
Rechte Kammer im Ganzen	95,4498.
Linke Kammer im Ganzen	204,0502.

Verhältniß der rechten zur linken Kammer = 1 : 2,137774.

VII. Herz eines weiblichen Kaninchens.

a. Volumensbestimmung.

	Volumen in französ. Cubikzollen.
Rechte Kammer im Ganzen	0,0359363.
Linke Kammer im Ganzen	0,0725637.

Verhältniß der rechten zur linken Kammer = 1 : 2,019231.

VIII. Herz eines männlichen Kaninchens.

a. Volumensbestimmung.

	Volumen in französ. Cubikzollen.
Rechte Kammer im Ganzen	0,04.
Linke Kammer im Ganzen	0,08.

Verhältniß der rechten zur linken Kammer = 1 : 2,00.

[1]) Um nicht zu weitläufig zu werden, führe ich aus den Thieren nur die Endwerthe, nicht aber die diesen vorangehenden Mittelzahlen auf. Die Specialzahlen finden sich in **Henle und Pfeuffer's Zeitschrift.** Bd. I. S. 317 fgg.

IX. Herz eines weißen Fuchses.

a. Volumensbestimmung.

	Volumen in französ. Cubikzollen.
Rechte Kammer im Ganzen	0,49138.
Linke Kammer im Ganzen	1,00862.

Verhältniß der rechten Kammer zur linken = 1 : 2,052628.

X. Herz eines grauen Reihers.

a. Volumensbestimmung.

	Volumen in französ. Cubikzollen.
Rechte Kammer im Ganzen	9,299598.
Linke Kammer im Ganzen	0,570492.

Verhältniß der rechten zur linken Kammer = 1 : 1,904763.

XI. Herz einer Eule.

a. Gewichtsbestimmung.

	Gewicht in Grammen.
Rechte Kammer im Ganzen	0,258362.
Linke Kammer im Ganzen	0,533638.

Verhältniß der rechten zur linken Kammer = 1 : 2,065466.

Wir sehen hieraus, daß im Normalzustande die Muskelmasse des linken Ventrikels bei dem Menschen wie bei den untersuchten Säugethieren und Vögeln, mit einem Worte bei allen geprüften Geschöpfen mit doppelter Vorkammer und doppelter Kammer genau das Doppelte von der des rechten beträgt. Viele der oben verzeichneten Proportionen weichen erst in der zweiten Decimalstelle von dem reinen Verhältnisse = 1 : 2,00 ab. Andere differiren um weniger als 0,20. Da nun aber die Unterschiede, welche bei der Volumens- und der Gewichtsbestimmung der Wandungen eines und desselben Herzens auftreten, noch größer als die Abweichungen der gefundenen Werthe von 2,00 ausfallen, so leidet es keinen Zweifel, daß das Herz so regulirt ist, daß die linke Kammer genau doppelt so viel Muskelsubstanz oder, was dasselbe ist, bei gleicher Zusammenziehungsintensität doppelt so viel Druckkraft als die rechte hat. Diese letztere muß aber dem Widerstande, welchen die Bewegung des Blutes trifft, proportional sein. Folglich erfordert im gesunden Zustande der Lungenkreislauf zu seiner Vollständigkeit genau die Hälfte der Druckkraft des Körperkreislaufes. Oder setzt man den Widerstand, welchen das Herz im Ganzen bei dem Kreislaufe zu überwinden hat, = 1, so beträgt der des Lungenkreislaufes $\frac{1}{3}$ und der des Körperkreislaufes $\frac{2}{3}$.

Es versteht sich von selbst, daß dieses regulirte Verhältniß bei Krankheiten des Herzens zu Grunde gehen kann. Ein Beispiel hiervon geben die folgenden Bestimmungen, welche an einem 17jährigen, an Lungenschwindsucht verstorbenen Mädchen gemacht wurden.

Volumensbestimmung.

		Volumen in pariser Cubikzollen.
	Rechte Kammer ohne Septum	4,155.
	Linke Kammer ohne Septum	6,610.
	Verhältniß des rechten zur linken Ventrikel = 1 : 1,59085.	
	Scheidewand der Kammern	3,125.
Folglich:	Septaltheil der rechten Kammer	1,20616.
	Septaltheil der linken Kammer	1,91884.
Mithin:	Rechte Kammer im Ganzen	5,36116.
	Linke Kammer im Ganzen	8,52884.
	Verhältniß der rechten Kammer im Ganzen zur linken = 1 : 1,59085.	

Wir sehen hieraus, daß in diesem Falle die Muskulatur des rechten Ventrikels in Verhältniß zu der des linken zu stark ausgebildet war. Denn statt = 1 : 2 verhielten sich beide = 1 : 1,6. Der linke Ventrikel war also verhältnißmäßig um 0,4 zu klein.

Dieses Resultat ist leicht zu begreifen. Das Mädchen starb an Schwindsucht. Durch das dem Tode vorangegangene Leiden hatte sich der Widerstand in den Lungen vergrößert. Dadurch mußte auch der rechte Ventrikel mehr Kraft anwenden und gleich jedem anderen geübten Muskel erstarken, d. h. an Substanz zunehmen. Daß dieses jedoch nicht bei allen Schwindsüchtigen der Fall sei, lehrt schon Nr. II. des obigen Verzeichnisses.

Es wäre endlich noch von Interesse, diese Herzverhältnisse bei Amputirten zu untersuchen, um zu sehen, ob auch eine entsprechende Correction der Ventrikularmassen der hier bestehenden Verringerung des Umfanges des Körperkreislaufes parallel geht oder nicht.

Zweiter Lehrsatz. Die Muskelkraft des rechten Vorhofes verhält sich wahrscheinlich zu der des linken nahebei = 2 : 3. 342

Beweis. Die Bestimmungsmethoden sind hier vollkommen die gleichen wie bei den Ventrikeln. Allein wegen des Ueberganges des Septum atriorum in die benachbarten Vorhofswandungen stößt man, wenn man jenes von diesen trennen will, auf fast unüberwindliche Schwierigkeiten. Am sichersten glaubte ich noch zu verfahren, wenn ich immer ungefähr 1''' von dem Rande der Membrana foraminis ovalis senkrecht hinabging. Auch das Abschneiden der Hohl- und der Lungenvenen kann nicht so exact erfolgen, daß nicht auch hierdurch Abweichungen entstehen. Ueberdies findet sich häufig in dem laxen Zellgewebe und zwischen den Muskelfasern Fett, welches sich nicht vollständig entfernen läßt. Daher mißglücken hier die Versuche sehr häufig, so daß ich aus diesem Grunde den Lehrsatz nur als Wahrscheinlichkeitssatz aufstellte. Es ergab sich:

I. Herz eines 33jährigen Mannes, der sich erhenkt hatte.

a. Volumensbestimmung.

	Volumen der Wände in franz. Cubikzollen.
Rechter Vorhof ohne Septum	0,655.
Linker Vorhof ohne Septum	0,9255.
Verhältniß des rechten zum linken Vorhofe = 1 : 1,41297.	
Septum der Vorhöfe	0,075.
Septaltheil des rechten Vorhofes	0,0310948.
Septaltheil des linken Vorhofes	0,0439052.
Rechter Vorhof im Ganzen	0,6860948.
Linker Vorhof im Ganzen	0,9694052.
Verhältniß des rechten zum linken Vorhofe = 1 : 1,41293.	

b. Gewichtsbestimmung.

	Gewicht der Wandung in Grammen.
Rechter Vorhof ohne Septum	14,29.
Linker Vorhof ohne Septum	20,85.
Verhältniß des rechten zum linken Vorhofe = 1 : 1,459062.	
Septum	1,76.
Septaltheil des rechten Vorhofes	0,71572.
Septaltheil des linken Vorhofes	1,04428.
Rechter Vorhof im Ganzen	15,00572.
Linker Vorhof im Ganzen	21,89428.
Verhältniß des rechten zum linken Vorhofe = 1 : 1,459062.	

II. Herz einer 40jährigen, an Scirrhus hepatis verstorbenen Frau.

a. Volumensbestimmung.

	Volumen der Wandung in franz. Cubikzollen.
Rechter Vorhof ohne Septum	0,74.
Linker Vorhof ohne Septum	1,15.
Verhältniß des rechten zum linken = 1 : 1,554054.	
Septum der Vorhöfe	0,25.

Septaltheil des rechten Vorhofes	0,0978.
Septaltheil des linken Vorhofes	0,1522.
Rechter Vorhof im Ganzen	0,8378.
Linker Vorhof im Ganzen	1,3022.

Verhältniß des rechten Vorhofes zum linken = 1 : 1,554309.

An dem Herzen eines erhenkten Mannes zeigten sich ungefähr als Mittel der Dicke des rechten Vorhofes 1,25 Millimeter, als das des linken 1,75 Mm. Wir haben daher hier eine Proportion = 1 : 1,40000. Im Durchschnitt aus 7 Bestimmungen der Dicke des rechten Atrium eines 22jährigen Mannes erhielt ich 1,158 Mm., im Mittel aus eben so viel Bestimmungen des linken Vorhofes 1,723. Wir haben daher ein Verhältniß = 1 : 1,48791. Im Ganzen schwankt also die Proportion der Stärke der Wandungen oder der Muskelkraft des rechten Vorhofes zu der des linken (bei allen gut gelungenen Beobachtungen) zwischen 1 : 1,4 bis 1 : 1,5 oder nahebei = 2 : 3. Dasselbe zeigte sich bei Thieren, sobald die Durchschneidung der Atrien gut gelang. So kam ich bei dem Hunde z. B. auf 1 : 1,4000; bei dem Schaafe dagegen nur auf 1 : 1,38181. Häufig aber erhält man hier wegen der schon erwähnten Schwierigkeiten ganz variable Verhältnißzahlen.

343 **Dritter Lehrsatz. Die Muskelkraft des rechten Atrium verhält sich wahrscheinlicher Weise zu der des linken nicht genau wie 2 : 3, sondern vermuthlich exacter wie die Quadratwurzel der Muskelkraft der rechten zur Quadratwurzel der der linken Kammer.**

Beweis. Recapituliren wir die Werthe, welche wir in dem Beweise des vorigen Lehrsatzes gefunden hatten, so ergiebt

Herz Nr.	1.	Volumensbestimmung.	Proportion	= 1 : 1,41297.
»	» 1.	Gewichtsbestimmung.	»	= 1 : 1,459062.
»	» 2.	Volumensbestimmung.	»	= 1 : 1,554309.
»	» 3.	Messungsbestimmung.	»	= 1 : 1,400000.
»	» 4.	Messungsbestimmung.	»	= 1 : 1,48791.
			Mittel	= 1 : 1,462850.

Nun haben wir gesehen, daß sich die Muskelkraft des rechten Ventrikels zu der des linken genau = 1 : 2 verhielt. Wir finden daher $\sqrt{1} : \sqrt{2} = 1 : 1{,}414213$. Man sieht aber leicht, daß mit Ausnahme der wahrscheinlich nicht richtig ausgefallenen Volumensbestimmung des Herzens Nr. 2 alle gefundenen Proportionen erst in der zweiten Decimalstelle von diesem Werthe abweichen. Halten wir uns aber an das Mittelverhältniß = 1 : 1,462850, so giebt dieses von $\sqrt{2} = 1{,}414213$ eine Differenz von 0,048637. Auf den Grund, weshalb das Quadratwurzelverhältniß wahrscheinlich das richtigere ist, werden wir bei Gelegenheit der Gefäße zurückkommen.

Anhang. In Betreff der Herzohren stellte ich nur an dem Herzen des 33jährigen oben erwähnten Mannes Bestimmungen an. Die auriculae wurden entsprechend ihren Basen gerade abgeschnitten. Es ergab sich:

Volumensbestimmung.	Vol. der Wandung in franz. Cubikzollen.
Rechtes Herzohr	0,135.
Rechter Vorhof	0,6860948.
Linkes Herzohr	0,150.
Linker Vorhof	0,9694052.

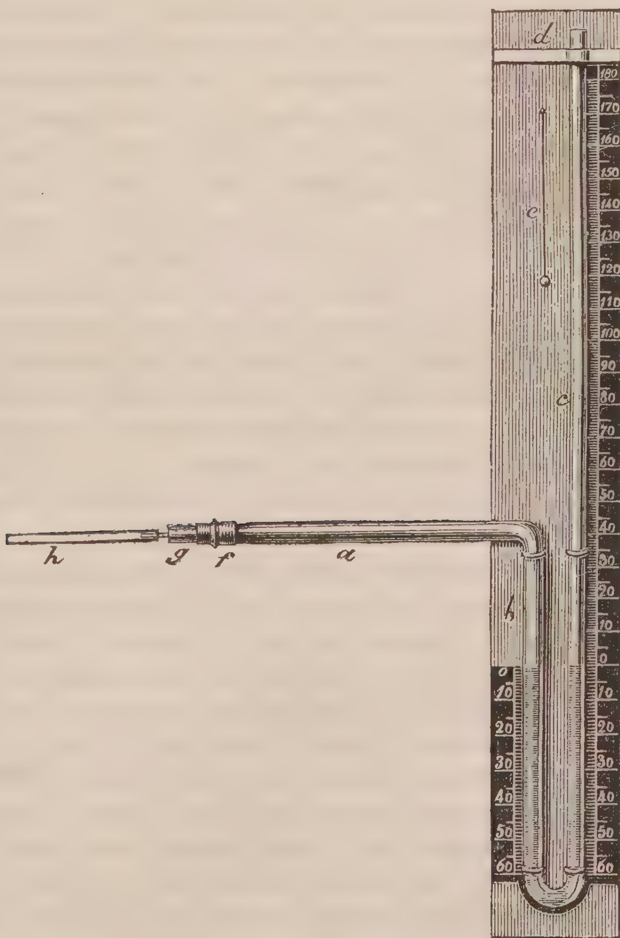
Verhältniß des rechten zum linken Herzohre = 1 : 1,1111113.
Verhältniß des rechten Herzohres zum rechten Vorhofe = 1 : 5,082182.
Verhältniß des linken Herzohres zum linken Vorhofe = 1 : 6,46270.

Hiernach waren in diesem Falle die Muskelkraft des rechten Herzohres 5,0 und die des linken Herzohres 6,5 Mal so klein als die entsprechende Vorkammer. Uebrigens verhalten sich 5,082182 : 6,46270 = 1 : 1,2716. Natürlicher Weise ist aus einer Beobachtung der Art nichts mit Bestimmtheit zu schließen. Ueberdies hat das richtige Abschneiden der Herzohren fast noch mehr Schwierigkeiten als das der Vorhöfe. Nur so viel erhellt aus dieser Erfahrung, daß sich im Durchschnitt die Muskelkraft eines Herzohres zur Muskelkraft des entsprechenden Vorhofes = 1 : 6 verhielt.

Mit jeder Systole der Kammern wird eine der Capacität derselben entsprechende Menge Blutes unter einem Drucke, welcher ursprünglich der Contractionsenergie der Ventrikel proportional ist, einerseits in die Lungenarterie und anderseits in die Aorta hineingetrieben. Da aber diese Gefäße schon vollständig mit Blutsäulen gefüllt sind, so muß die neue hineingedrückte Blutmasse auf eine Weise, welche mit ihrer Druckkraft und mit dem durch die vorhandene Säule bedingten Widerstande harmonirt, die letztere fortstoßen. Nun haben die Schlagadern keine starren, sondern elastische Wände. Sie werden deshalb zu gleicher Zeit erweitert und überhaupt in Bewegung versetzt. Nach dem Aufhören des Druckes aber suchen sie zu ihrem früheren Volumen zurückzukehren. Wir haben daher auf diese Art bei dem Blutflusse durch die Arterien zweierlei Verhältnisse, nämlich einerseits die Bewegung der von dem Herzen aus gedrückten Flüssigkeit und anderseits die der Schlagaderwandungen zu betrachten. 344

Um die Druckkraft des in den Schlagadern strömenden Blutes zu messen, dient ein eigenes zu diesem Zwecke construirtes, von Poiseuille angegebenes sehr zweckmäßiges Manometer, welches man mit dem besondern Namen des Blutkraftmessers oder des Hämadynamometers bezeichnet. Die folgende Beschreibung desselben ist nach denjenigen Instrumenten, welche zu den hier gemachten Versuchen dienten und von Straßer verfertigt worden, entworfen und enthält nur einige untergeordnete, wie ich glaube, modificirende Verbesserungen des Poiseuilleschen Apparates. 345

Fig. 13.



Eine Glasröhre, welche überall ein möglichst gleiches Lumen hat, ist so gebogen, daß sie aus einem horizontalen Arme a, einem absteigenden b und einem aufsteigenden c besteht. Der letztere muß bedeutend länger als jeder der beiden anderen sein und eine solche Länge besitzen, daß er von dem bald zu erwähnenden Nullpunkte aus noch in einer Höhe von 2 Decimeter bequem graduirt werden kann. Diese Röhre wird an ein Brett d so befestigt, daß die beiden geraden Schenkel senkrecht auf dem schmalen Boden stehen und daß die untere Umbiegungsstelle der Sicherheit wegen auf einem weichen Korkstücke ruht. Um aber bei dem Gebrauche die senkrechte Stellung des Hämadynamometers reguliren zu können, befindet sich unmittelbar an dem Brette ein an einem Faden hängendes Bleikügelchen e, welches bei senkrechter Stellung des ganzen Instrumentes auf einem bestimm-

ten Punkte einstehen muß. An dem vorderen Ende der horizontalen Röhre a existirt ein Mundstück von Zinn (oder von Kupfer) f, an welches mannichfache Ansätze g mit verschieden weiten Canülen angeschraubt werden können. Der Bequemlichkeit der Manipulation wegen befestigt man noch, wenn es nothwendig ist, an jenem Ansatze einen elastischen Katheter h, welcher dem Durchmesser der Arterie, mit welcher experimentirt werden soll, entspricht. An dem Brette, an welchem die beiden Schenkel der Glasröhre angefügt sind, befinden sich zwei Skalen, welche nach Millimetern eingetheilt und numerirt sind und von denen die eine dem absteigenden Arme b, die andere dem aufsteigenden c angehört. Beiderlei Skalen haben ihre Nullpunkte in einer bestimmten in einer Horizontalebene liegenden Höhe. Allein von diesem aus geht die Gradation der Skale des absteigenden Schenkels a einseitig, die des aufsteigenden b beiderseitig fort. In beiden Skalen nämlich wachsen die Zahlen nach unten hin und sind daher beiderseits dieselben. Sie reichen bis nahe an die Umbiegungsstelle der beiden Schenkel, ohne sich jedoch auch auf die letztere auszudehnen. An dem aufsteigenden Schenkel geht außerdem von dem Nullpunkte eine aufsteigende ungefähr 2 Decimeter in Millimetern bezeichnende Skale empor.

Das ganze Princip des Instrumentes beruht nun darauf, daß bekanntlich zwei Flüssigkeiten in zwei senkrecht stehenden mit einander verbundenen Armen in gleichem Niveau stehen, daß aber, wenn die Oberfläche der einen Säule gedrückt wird, diese um eine dem Drucke proportionale Größe sinkt, während die andere Säule um eben so viel steigt. Gesetzt, wir hätten in das Hämadynomometer von der offenen Mündung des langen Armes c aus so viel Quecksilber eingegossen, daß sich dieses in beiden Schenkeln bei senkrechter Stellung des Instrumentes auf Null befindet, und es wirkt von dem Ansatze g und f aus durch die Röhrentheile a und b ein Druck auf die in b befindliche Quecksilbersäule ein, so wird diese, wenn die Weite der beiden Aeste der Röhre keine Störung in der Vertheilung des in c gehobenen Quecksilbers verursacht, in b um eben so viel unter 0° sinken, als sich die Säule in c über 0° hebt. Gesetzt, das Metall stiege in c um 10°, so wird der ausgeübte hydrostatische Druck 2mal 10 = 20° Quecksilber betragen. Denn denken wir uns die beiden Säulen fixirt, so steht die eine — 10°, die andere + 10°. Die Differenz zwischen beiden beträgt daher + 20. Diese Druckkraft ist also nothwendig, um die beiden Säulen in ein neues hydrostatisches Gleichgewicht zu bringen. Oder wenn die Flüssigkeit in c auf + 10° steht, so befindet sich die in b unter einem Drucke von 20° = 20 Millimetern Quecksilber. Da nun aber das Quecksilber ein spec. Gew. von 13,598 hat, so gleicht 1 Millimeter Quecksilber 13,598 Wasser und 20 Millimeter Quecksilber betragen daher 271,96 Millim. Wasser. Gesetzt, wir hätten statt Quecksilber oder destillirten Wassers eine Lösung von einfach kohlensaurem Natron von einem spec. Gew. von 1,02256 genommen, so gliche 1 Millimeter Quecksilber $\frac{13,598}{1,02256} = 13,298$ der Solution von kohlensaurem Natron. Erwartet man daher nur kleine Druckkräfte und will man sehr große Ausschläge erhalten, so ist es vortheilhafter, die Schenkel b und c bis 0° mit Wasser zu füllen. Sind dagegen größere Ausschläge in Aussicht und will man compendiöser arbeiten, so gebraucht man Quecksilber. In beiden Fällen aber müssen die Glasröhre sowohl als die Ansatzröhre und der elastische Katheter eine gewisse Weite haben, damit nicht die Adhäsion und Reibung zu stark eingreife, einen Theil der Druckkraft verzehre und auf diese Art die Flüssigkeit in dem Arme c entweder gar nicht oder nicht proportionell steige.

Bei den von mir gebrauchten Hämadynamometern betrug der Durchmesser des Lumen der gebogenen Glasröhre, 8,1 — 8,8 Millimeter. Durch directe Versuche überzeugte ich mich anderseits, daß, wenn man Wasser in Anwendung zieht, bei einer Röhre von 2 — 2,10 Millim. Diameter die Reibung so groß ist, daß der Druck, unter welchem das Froschblut strömt, nicht mehr stark genug ist, um das Hinderniß zu überwinden und irgend ein Sinken der einen und ein Steigen der andern Säule zu bewirken. Eben so fand sich, daß wenn der angesetzte elastische Katheter ein Lumen von 3,25 bis 4,00 Millim. und die Canüle des Ansatzstückes einen solchen von 1,2 bis 1,90 Millim. haben, hierdurch keine irgend erhebliche Veränderung des Blutdruckes des Hundes bewirkt wird und daß das Resultat selbst bei Biegungen des Katheters wesentlich dasselbe bleibt, daß dagegen die gefundene Druckhöhe um das Zehnfache zu gering ausfällt, wenn der elastische Katheter eine Länge von 30 Centimeter und einen Lumendurchmesser von 1,30 Millim. besitzt.

Man sieht aber leicht ein, daß das Hämadynomometer nicht bloß geeignet ist, um den Druck des Blutes, sondern auch um den anderer strömenden elastischen oder tropfbaren Flüssigkeiten zu messen. Wir werden daher auch noch in der Folge von diesem unersetzlichen Instrumente einen mehrfachen Gebrauch machen.

Um mit demselben zur Bestimmung des Blutdruckes zu arbeiten, verfährt man folgendermaßen. Zuvörderst muß man sich überzeugen, daß das angeschraubte Ansatzstück g und der angesetzte Katheter h luftdicht schließen. Dieses geschieht am einfachsten dadurch, daß man den Theil von a bis h unter Wasser bringt, die offene Mündung des Armes c durch einen Gehilfen vollständig verschließen läßt und nun von der Oeffnung des elastischen Katheders h oder, wenn dieser fehlt, des Ansatzrohres g Luft einbläst. Ist der Verschluß nicht hermetisch, so treten an der durchlassenden Stelle Luftblasen hervor. Bei dem Ansatzstücke kann man dann durch eingeschobenes Leder oder Papier, sonst durch Siegellack, Talg, Wachs, Injectionsmasse u. dgl. nachhelfen. Nun läßt man die offene Mündung des elastischen Katheters zuhalten, nimmt eine etwas erwärmte Lösung von einfach kohlensaurem Natron und gießt sie durch das freie Ende des Armes c so weit ein, daß sie etwas über der Höhe des horizontalen Armes a steht. Natürlich wird dann auch der letztere nebst dem Katheter mit der Flüssigkeit gefüllt sein. Hierauf bringt man, während der Assistent auf entsprechende Weise kohlensaures Natron durch die Kathetermündung abläßt, Quecksilber so weit nach, daß dieses ganz in der Nähe des Nullpunktes zu stehen kommt. Es wird dann natürlich in dem längeren, wie in dem kürzeren Arme eine Säule der kohlensauren Natronlösung über dem Quecksilber bleiben und das hydrostatische Gleichgewicht desselben verrücken. Nun hebt man die über dem Quecksilber in dem Arme c befindliche Natronsäule möglichst ab und notirt die Höhe, bis zu welcher sich der Mercur in dem Arme b unter und in dem Arme c über 0° befindet. Gesetzt, dieses betrage 9 Millimeter, so folgt hieraus, daß die in dem Katheter h, den Ansatzstücken g und f, der horizontalen Röhre a und dem obern Theile der Röhre b befindliche Säule von kohlensaurer Natronlösung einen Druck von 18 Millimeter Quecksilber ausübte. Dieser muß später von dem Blutdrucke abgezogen werden. Die Füllung mit einfach kohlensaurem Natron hat aber zum Zwecke, die Gerinnung des Blutes und so die Verstopfung des Katheters oder des Ansatzstückes zu verhüten. Ich habe es erwärmt angewandt, weil man dann eine verdünntere Lösung gebrauchen kann, so eine weniger heterogene Flüssigkeit mit dem Blute vermischt und durch die Anastomosen in die Circulation einbringt.

Ist nun Alles gehörig vorbereitet, so legt man bei einem Thiere, z. B. einem Hunde, eine größere Arterie, wie z. B. die Carotis, die Cruralis in einer Strecke von 1 — 1½ Zoll bloß, unterbindet den Stamm nach seinem peripherischen Ende hin, streicht das in ihm enthaltene Blut ungefähr 1″ weit nach dem Herzen zurück und läßt hier das Gefäß von einem zuverlässigen Gehilfen stark comprimiren. Alsdann führt man eine zweite Ligatur um das entleerte Arterienstück herum, schlitzt dieses auf, bringt den Katheder oder auch nur das Ansatzstück des Hämadynamometers ein, befestigt dieses durch die früher angelegte Ligatur und läßt von einem zweiten Gehülfen, welcher zum Ablesen der Grade bestimmt ist, das Instrument senkrecht stellen. Sobald Alles beendigt ist, hebt der erste Assistent die Compression auf. Das Blut schießt sogleich in den Arm a ein und vermengt sich mit der Natronlösung, welche hierdurch schön hellroth wird. Die Quecksilbersäule beginnt sogleich zu spielen und sich zu heben und zu senken. Der Gehilfe aber, welcher das Hämadynamometer und die Ablesung der Grade zu besorgen hat, muß hierbei noch eine untergeordnete Vorsichtsmaßregel beobachten. Da nämlich das Quecksilber vermöge seiner Adhäsion an das Glas eine convere Oberfläche bildet, so muß der Assistent immer nach der Tangente von dieser ablesen. Wendet man Wasser an, so wird wegen der umgekehrten Adhäsionserscheinungen die Ablesung nach der Tangente des Meniscus erfolgen. So wie sich geronnenes Blut in dem Katheter oder dem Ansatzstücke ablagert, vermindert sich die Schwankung der Säule oder hört auch gänzlich auf. Bisweilen kann man noch nachhelfen, indem man durch Druck auf die Arterie den Blutpfropf in den Arm a hineinstößt. Allein am sichersten verfährt man, wenn man die Arterie comprimiren, das Instrument reinigen und von Neuem füllen läßt.

Ich habe absichtlich den Gebrauch des Hämadynamometer so ausführlich geschildert, weil es, wie wir in der Folge sehen werden, eine Reihe der wichtigsten Verhältnisse zu erläutern im Stande ist und bisher viel zu wenig, ja so viel ich weiß, nur in Frankreich

und England in Gebrauch gezogen worden ist. Es unterliegt aber keinem Zweifel, daß dieses Instrument in der Folge in der Physiologie und der rationellen Medicin denselben Rang wie das Barometer in der Meteorologie einnehmen wird. Bei den neueren Apparaten von Pouiseuille ist das Ansatzstück größer und von Kupfer verfertigt und besitzt einen Hahn, durch dessen Oeffnung und Schließung man den Anfang und das Ende der Einwirkung unmittelbar reguliren kann. Für einfachere Versuche ließe sich noch ein Blutmesser dadurch herstellen, daß man eine Glasröhre unten horizontal umböge und das Endstück der wagerechten Parthie mit einem durch einen Hahn verschließbaren Ansatzstücke versehen würde.

Durch das Hämadynamometer erhält man natürlich nur den hydrostatischen Druck des Blutes. Ist aber dieser = h, so findet man aus Gründen, welche wir bald kennen lernen werden, den absoluten Druck, wenn man sich einen Cylinder berechnet, welcher die Größe h zur Höhe und das Lumen der Arterie an der geprüften Stelle zur Basis hat. Gleicht der Radius der letzteren r, so beträgt der absolute Druck $r^2\pi h$ Quecksilber oder 13,598 $r^2\pi h$ Wasser. Weiß ich nun, daß 1 Cubikcentimeter Wasser bei + 4° gerade 1 Grm. wiegt und sind die Werthe von r und von h in Centimetern ausgedrückt, so habe ich bei jenem Wärmegrade für den absoluten Druck 13,598 $r^2\pi h$ Cubikcentimeter Wasser oder Grammen. Streng genommen müßte dann noch eine Temperaturreduction Statt finden. Allein die durch den Mangel einer solchen Correction entstehende Abweichung ist kleiner als die mögliche Grenze des Beobachtungsfehlers am Hämadynamometer, so daß eine Verbesserung der Art ohne allen Irrthum unterbleiben kann.

346 Eine Reihe von Poiseuille[1]) gemachter vergleichender Versuche führte nun zu dem Grundresultate, daß der hydrostatische Druck, welchen das strömende Arterienblut auszuüben im Stande ist, bei den verschiedenen Säugethieren keineswegs bedeutend zu- oder abnimmt, sondern daß er bei dem Kaninchen und Meerschweinchen als wesentlich derselbe wie bei dem Hunde, dem Rinde und dem Pferde erscheint und daß mithin die Größe des Thieres keinen Einfluß auf ihn besitzt. So ergab sich z. B. für den Hund ein Quecksilberdruck von 151 Millimeter, für das Pferd ein solcher von 161 Millimeter und für das Rind ein solcher von 161 Millimeter [2]). Man sieht aber hieraus, daß die Höhe des Druckes, wenn sie bei größeren Thieren etwas bedeutender wird, dennoch in keinem Verhältniß zur Größe steht. Ja bedenken wir, daß die Reibung bei dem Einsetzen feinerer Canülen in die kleinere Carotis des Hundes z. B. von erheblicherem Einflusse als bei dem von größeren in die gleiche Schlagader des Pferdes oder des Rindes werden kann, so läßt sich aus diesen Erfahrungen mit Recht folgern, daß die Kreislaufsorgane der Säugethiere wiederum so genau mathematisch regulirt sind, daß der hydrostatische Druck, unter welchem das Blut strömt, bei den verschiedensten Mammalien ohne Unterschied der Größe derselbe oder fast der gleiche ist. Ziehen wir aus den obigen Zahlen das Mittel, so erhalten wir 157 Millim. Diese von Poiseuille angenommene Zahl stimmt sehr gut mit derjenigen, zu welcher Magendie sowohl als ich bei Hunden gekommen sind, überein. Bei einer Hündin, welche 33 schweizer Pfd. = 16,5 Kilogr. wog, fand ich bei normalem Kreislaufe unmittelbar 81 bis 90 Millim. und daher nach Abzug des

---

[1]) Magendie Journal de physiologie. Vol. VIII. p. 272. Ich bedaure sehr, daß mir diese Originalabhandlung im Momente des Niederschreibens dieser §. §. nicht zur Hand war.

[2]) Joh. Müller Physiologie. Bd. I. 4te Aufl. S. 165.

Druckes der Lösung von kohlensaurem Natron, welcher 9 Millim. Quecksilber glich, 72 bis 81 Millim. und im Mittel aus 12 Beobachtungen 75,5 Millim. Mithin glich der wahre hydrostatische Druck 2 × 75,5 = 151 Millim., d. h. genau dieselbe Zahl, welche auch Poiseuille bei dem Hunde erhalten hatte. Aus den Versuchen von Magendie [1]) läßt sich das Gleiche ableiten. Dieser Forscher kommt im Allgemeinen, den Druck der Auflösung des kohlensauren Natron mit eingerechnet, im Ganzen auf 70—100 Millim., also im Durchschnitt auf 85 Mill. In meinem Hämadynomometer hatte die angewandte Lösung dieses Salzes erwärmt ein spec. Gew. von 1,02256 und ein Volumen von ungefähr 0,8 Cubikzoll und drückte um 9 Millimeter Quecksilber. Rechnen wir auf Magendie's Hämadynameter eben so viel, so erhalten wir 76 Millim., d. h. nur 0,5 Millim. mehr als Poisseuille und ich gefunden haben.

Sobald die Herzkraft stärker oder schwächer wird, muß sich auch natürlicher Weise der hydrostatische Druck vergrößern oder verkleinern. Abgesehen von den durch das Athmen bedingten Veränderungen, von welchen später gehandelt werden wird, lassen sich die bisher gemachten Erfahrungen der Art in folgende Sätze zusammenfassen. 1) Vermehrung der Blutmasse durch die Einsprützung von neuem Blute. Bei einem Hunde, bei welchem das Hämadynamometer in der Carotis 65—100 Millim., also im Mittel 85 Millim. und nach Abzug der 9 Millim. für die Lösung des kohlensauren Natron 76 Millim. anzeigte, schwankte die Säule nach der Injection von 4 Unzen frischen Hundeblutes nur wiederum zwischen 65 und 100 Millim. Das Resultat blieb ganz das gleiche, nachdem selbst 16 Unzen Blut eingeführt worden waren (Magendie) [2]). 2) Eine geringe Verminderung der Blutmasse modificirte den Herzdruck nicht, während eine größere ihn auf deutliche Weise herabsetzte. Bei dem Hunde, aus welchem behufs des vorhergehenden Versuches das Blut entnommen wurde, zeigte das Hämadynamometer in der Carotis im Anfange 65—100, also im Mittel 82,5 oder nach Abzug von 9 Millim. 73,5 Millim. Nach der Entziehung von 4 Unzen Blutes kam sie auf 60—80 oder im Durchschnitt auf 70 Millim. Nach der von 8 Unzen erhielt sie sich auf 60—100, also im Durchschnitt auf 80 Millim., nach der von 12 Unzen auf 40—85, im Mittel auf 62,5 Millim., nach der von 16 Unzen auf 25—80 oder im Durchschnitt auf 52,5 Millim. [3]). Beiderlei Resultate erklären sich, wenn wir bedenken, daß das Hämadynamometer ein Maaß für die Intensität der Herzkraft darstellt. Diese wird, so lange nicht die Blutfülle einen gewissen Grad überschreitet, nicht geschwächt. Das Gleiche tritt für die Blutentleerung, soferne sie nicht größer wird, ein. Im Gegentheil kann dann eher in Folge der Reaction eine momentane Erhöhung des Herzdruckes

---

[1]) Magendie leçons sur les phénomènes physiques de la vie. Tome III. Paris. 1837. 8. p. 50 fgg.

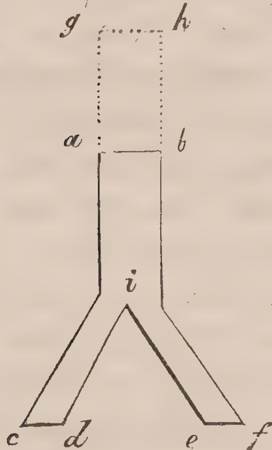
[2]) a. a. O. S. 84—86.

[3]) Ich habe hier die Data, wie sie wahrscheinlich richtig sind und etwas abweichend von Magendie's Text zusammengestellt.

zum Vorschein kommen. 3) Eben so ist es leicht ersichtlich, weshalb die Einspritzung von kaltem Wasser, welches die Temperatur herabsetzt und die Herzkraft mehr oder minder lähmt, ein Sinken der Säule des Hämadynomometer bedingt. Nach der Injection von warmem Wasser oder warmen wässerigen Lösungen kann sich nach Maaßgabe der Verschiedenheit der Verhältnisse bald keine Veränderung, bald eine Vermehrung, bald eine Verringerung des Herzdruckes einstellen. 4) Eben solche schwankende Wirkungen, die nach Verschiedenheit der Umstände sehr variiren, erzeugt die Einspritzung von Branntwein (Magendie) [1]) oder von anderen Flüssigkeiten, welche bald reizen, bald durch Ueberreizung schwächen. Gerade in dieser Beziehung darf man nicht zu rasch einmalige mit dem Hämadynamometer erhaltene Resultate auf die Arzneimittellehre übertragen. Auf diese Art sinkt die Quecksilbersäule bedeutend durch tödtliche Einsprützungen von Salpeter, von Strychnin, Digitalis, Taback, Euphorbium, während sie durch Blausäure bis zum Tode eher steigt als fällt (Blake).

347 In allen größeren Schlagadern des Körpers, welche Durchmesser sie auch besitzen und wie weit von dem Herzen entfernt sie auch liegen mögen, ist der hydrostatische Druck der Herzkraft derselbe oder fast der gleiche. Setzt man z. B. bei einem und demselben Pferde ein Hämadynamometer in einen arteriellen Hautast des Schenkels und ein zweites in die Carotis ein, so steigen die Quecksilbersäulen in beiden Instrumenten gleich hoch (Poiseuille). Dasselbe Resultat ergiebt sich, wenn man die Carotis und die Cruralis des Hundes gleichzeitig beobachtet. Der Grund dieser scheinbar paradoxen Thatsache ist leicht einzusehen, wenn man, wie dieses schon erörtert wurde (§. 50), festhält, daß die Reibung des Blutes gegen die Innenhaut der großen Gefäße fast Null ist. Setzt man dieses voraus, so kann man sich die Sache folgendermaßen versinnlichen.

Fig. 14.



Gesetzt, ab sei das Lumen des ostium arteriosum, auf welches die Druckkraft des Herzens zunächst wirkt, so können wir uns diese als eine drückende Wassersäule aghb von der Basis des ostium arteriosum ab und der an dem Hämadynamometer gefundenen Höhe der Flüssigkeit ag oder bh vorstellen. Da nun das Arteriensystem mit dem flüssigen Blute vollständig gefüllt ist, also acdief als eine vollständige Flüssigkeitsmasse, welche unter dem Drucke von aghb steht, angesehen werden kann, so muß nach den Gesetzen des hydrostatischen Druckes der Flüssigkeiten cd sowohl als ef den ganzen hydrostatischen Druck von aghb tragen, d. h. die hydrostatische Druckhöhe muß in allen Arterien des Körpers so lange als ihr nicht die Adhäsionserscheinungen an den Wandungen entgegentreten, ein und dieselbe bleiben. Wahrscheinlich kommt aber ein solches hinderndes Moment erst in den kleinern Schlagadern und den Capil-

[1]) a. a. O.

laren zum Vorschein. Aus diesem Grunde werden wir auch später finden, daß der hydrostatische Druck in den Venen geringer als in den Arterien ausfällt.

Aus der Größe des am Hämadynamometer bestimmten hydrostati- 348 schen Druckes können wir den hydrodynamischen oder den absoluten Druck, unter welchem das Blut aus dem linken Ventrikel hervorstömt, oder die Druckkraft der linken Herzkammer dadurch finden, daß wir die gefundene hydrostatische Quecksilberhöhe mit dem Lumen des Ostium arteriosum des linken Ventrikels multipliciren und die erhaltene Flüssigkeitssäule dem Gewichte nach bestimmen. Nun betrug bei der oben erwähnten 16,5 Kilogr. schweren Hündin der hydrostatische Druck 15,1 Centimeter Quecksilber oder 205,3298 Centimeter Wasser. An dem präparirten frischen Herzen erhielt ich für den längeren Durchmesser des Ostium arteriosum des linken Ventrikels 18,5 Mill. und für den kürzeren 10,5 Mill., folglich für den mittleren Radius 7,25 Mill. Die aufgeschnittene Aorta zeigte dicht über den halbmondförmigen Klappen eine Breite $p = 44,5$ Mill. Da nun hiernach der Halbmesser $r = \frac{p}{2\pi}$ ist, so haben wir für $r = 7,0824$, d. h. der Durchmesser der Aorta verringerte sich von dem ersten Anfange der Gefäße bis dicht über dem Ursprunge der Semilunarklappen um $2(7,25 - 7,0825) = 0,1676$ Mill. Natürlicher Weise müssen wir für die hier in Frage stehende Rechnung die erste Durchmesserzahl in Anschlag bringen. Es wird aber nach der schon früher angegebenen Formel der absolute Druck, unter welchem das Blut aus dem linken Ventrikel ausströmte $(0,725)^2 \times \pi \times 205,3298 = 339,061$ Cubikcentimeter Wasser oder Grammen betragen. Da nun der Hund 16,5 Kilogr. wog, so verhielt sich die absolute Druckkraft der linken Kammer zur Schwere des Körpers $= 1 : 48,6638$ oder beinahe $= 1 : 50$.

Dieselbe Berechnungsweise läßt sich auch auf den Menschen übertragen. Formuliren wir nämlich den oben angeführten Satz, daß die hydrostatische, am Hämadynamometer bestimmbare Druckhöhe des Blutes bei den verschiedenen geprüften Säugethieren dieselbe ist, in seiner allgemeineren Bedeutung, so heißt dieses so viel als: das Herz ist bei den verschiedenen Säugethieren genau so ajustirt, daß immer der linke Ventrikel in Verhältniß zur Körpermasse dieselbe Druckkraft ausübt oder denselben Coefficienten des hydrostatischen Druckes besitzt. Es unterliegt kaum einem Zweifel, daß dieselbe bewundernswerthe Regularität auch bei dem Menschen wiederkehrt. Legen wir dagegen die obige Mittelzahl des gefundenen hydrostatischen Druckes = 157 Mill. zum Grunde, so erhalten wir 213,4886 Centimeter Wasserdruck. Das kleinste Herz eines erwachsenen Individuums, welches mir bis jetzt vorgekommen, war jenes der oben erwähnten (§. 341) 41jährigen Frau, an welcher die Klappenstellung bestimmt worden. Der Radius des Ostium arteriosum des linken Ventrikels glich hier 1,0345 Centimeter. Mithin war der absolute Blutdruck unmittelbar an dem Austritte aus dem Ventrikel $(1,0345)^2 \times \pi \times 213,4886 = 717,770$ Grm. $= 1,43554$ oder $1\frac{2}{5}$ bis $1\frac{1}{2}$ schweizer Pfund. Nun beträgt nach Quetelet das geringste Körpergewicht einer 41jährigen Frau 37700 Grm. Es verhält sich

mithin der berechnete Blutdruck zum Körpergewichte = 717,770 : 37700 = 1 : 52,52377, also wiederum ungefähr = 1 : 50, d. h. wie bei dem Hunde würde dann der absolute Druck, unter welchem das Blut aus dem linken Ventrikel in das Aortensystem einströmt, $\frac{1}{50}$ der Körperschwere betragen haben. Das größte Herz, welches ich bis jetzt genauer prüfen konnte, befindet sich auf unserem Museum und rührt von einem 24jährigen Manne her. Hier hat die injicirte Aorta oberhalb des Niveau der halbmondförmigen Klappen einen Durchmesser von 31,5 Mill. Wir können daher als wahrscheinlichen Radius das Ostium arteriosum des linken Ventrikels 1,6 Centimeter annehmen. Der absolute Blutdruck gleicht daher $(1,6)^2 \times \pi \times 213,4886 = 1716,978$ Grm. = 3,433955 oder ungefähr 3,5 schweizer Pfund. Natürlicher Weise war dieses Herz, welches injicirt eher einem Pferde- als einem Menschenherzen gleicht, zu groß. Es muß daher das Verhältniß zum mittleren Körpergewichte zu klein ausfallen. Anders gestalten sich jedoch auch hier die Beziehungen zu dem Maximum des Körpergewichtes. Dieses beträgt nach Quetelet bei dem Manne von 20 Jahren 72700 Grm., bei dem von 25 Jahren 98500 Grm., folglich bei dem von $22\frac{1}{2}$ Jahren 85600 Grm. und bei dem männlichen Individuum von 24 Jahren 93340 Grm. Es verhält sich mithin der absolute Herzdruck des linken Ventrikels zum Körpergewichte = 1716,978 : 54,363 = 1 : 93340, d. h. wir haben unter jenen idealen Voraussetzungen wiederum ungefähr $\frac{1}{50}$ der Körperschwere. Betrachten wir aber diese beiden gefundenen Größen, nämlich 717,770 Grm. und 1716,978 Grm. als die beiden Extreme der absoluten Druckkräfte des linken Ventrikels, welche bei dem Menschen vorkommen, so erhalten wir als Mittel 1217,374 Grm. = 2,43474 oder $2\frac{2}{5}$ bis $2\frac{1}{2}$ schweizer Pfund. Multipliciren wir dieses mit 54, so erhalten wir 65,738 Kilogr. oder 131,476 schweizer Pfund. Da nun aber das mittlere Körpergewicht eines kräftigen 30jährigen Mannes 68,9 Kilogr. beträgt, so erhalten wir für $\frac{68,9}{50} = 1378$ Grm., also für die Druckkraft des Herzens 160,626 Grm. oder beinahe $\frac{1}{8}$ mehr. Hiernach scheint es, daß vielleicht das Herz bei dem Menschen und dem Hunde und wahrscheinlich auch bei anderen höheren Thieren so ajustirt ist, daß die absolute Druckkraft des linken Ventrikels im Normalzustande circa $\frac{1}{50}$ der Körpermasse beträgt. Ob dieses aber immer der Fall sei, müssen künftige genauere Beobachtungen specieller lehren. Bei dem Schafe und dem Schweine, überhaupt vielleicht bei sehr fettreichen Geschöpfen können andere Verhältnißzahlen eintreten.

Nehmen wir die mittlere Druckkraft des linken Ventrikels eines erwachsenen kräftigen Mannes zu $2\frac{4}{5}$ schweizer Pfund an, so erhalten wir für das Körpergewicht 140 schweizer Pfund, d. h. die Zahl, welche man als die Norm eines kraftvollen männlichen Individuum zum Grunde legen kann. Poiseuille kam bei einer ähnlichen Bestimmung, die er schon vor längerer Zeit anstellte, auf 1,97 Kilogr. = 3,94 schweizer Pfund. Bei dieser Berechnung wurden als hydrostatische Höhe 160 Millim. Quecksilber und als Radius der Aorta 1,7 Centimeter zum Grunde gelegt. Ich muß frei bekennen, daß ich an gesunden Herzen keine Aorta von 1,7 Centimeter Radius angetroffen habe und daß ich nach meinen Beobachtungen 1,6 Centim. für das Maximum halten möchte. Es wäre

daher vielleicht möglich, daß Poiseuille das Lumen und die Wandung der Arterie zusammen bestimmt hat. Der genaue Werth des Halbmessers der Höhlung ist aber deshalb noch wichtiger als die Annahme der hydrostatischen Höhe, weil diese bei der Berechnung nur als einfache, jener dagegen als Quadratzahl vorkommt.

Wir haben früher gesehen, daß sich die Muskelmasse des rechten Ventrikels zu der des linken genau = 1 : 2 verhält. Nehmen wir nun an, was wahrscheinlich im Leben gänzlich oder annähernd Statt findet, daß nämlich das Lumen des Ostium arteriosum dextrum dieselbe Größe wie das Lumen des Ostium arteriosum sinistrum hat, so muß, wenn sich jede Herzhälfte mit einer dem Volumen ihrer Muskelfasern entsprechenden Energie zusammenzieht, nicht bloß das absolute, sondern auch das hydrostatische Druckgewicht, mit welchem das Blut aus der rechten Kammer strömt, gerade die Hälfte von den gleichen Werthen der linken Kammer betragen. Haben wir daher für den linken Ventrikel $\frac{1}{50}$ des Körpergewichtes, so erhalten wir für die Lungenarterie $\frac{1}{100}$ desselben. Beträgt der mittlere hydrostatische Druck in den Arterien des Körperkreislaufes 157 Mill. Quecksilber, so würde er unter jener Voraussetzung in der Lungenarterie 78,5 Mill. gleichen. An dem in die Arteria pulmonalis eingesetzten Hämadynamometer müßten wir daher bei der unmittelbaren Ablesung im Durchschnitt 39,25 Mill. erhalten. 349

Wären im Leben das Ostium arteriosum dextrum und sinistrum ungleich, so müßten sich die hydrostatischen Druckhöhen folgendermaßen gestalten. Gesetzt, der Radius des Ostium arteriosum sinistrum sei = r, der des Ostium arteriosum dextrum = s, die bekannte hydrostatische Druckhöhe in dem Aortasysteme = h und die gesuchte in der Lungenarterie = x, so haben wir für die absolute Druckkraft der linken Kammer $r^2\pi h$ und für die der rechten $s^2\pi x$. Nun verhalten sich aber $r^2\pi h : s^2\pi x = 2 : 1$. Wir finden daher $x = \frac{r^2 h}{2s^2}$ d. h. die hydrostatische Druckhöhe in der Lungenarterie gliche dann dem Quadrate des Halbmessers des Ostium arteriosum sinistrum, multiplicirt mit der in dem Aortasysteme gefundenen hydrostatischen Druckhöhe und dividirt durch das doppelte Quadrat der Radius des Ostium arteriosum dextrum. Ist r = s, so wird $x = \frac{h}{2}$ d. h. die hydrostatische Druckhöhe am Anfange der Lungenarterie gleicht der Hälfte der hydrostatischen Druckhöhe am Anfange des Aortasystemes.

Während der hydrostatische Druck in verschiedenen Körperarterien derselbe ist, muß natürlicher Weise der absolute oder der hydrodynamische Druck, von welchem die Ausflußmenge und die Ausflußgeschwindigkeit zugleich abhängen, dem Lumen der einzelnen Arterien oder, was dasselbe ist, dem Quadrate der Radien derselben proportional sein. Denn denken wir uns die linke Herzkraft = a als eine Flüssigkeitssäule von einer bestimmten Basis und einer bestimmten Höhe, so gleicht ihre Basis dem Lumen des Ursprunges der Aorta = b und ihre Höhe dem hydrostatischen Drucke = h. Die letztere ist überall die gleiche. Geht aber ein Arterienzweig mit einem Lumen c ab, so ist dieses eben so gut, als hätte die Säule statt der Ausflußöffnung b nur die von c. Im ersteren Falle ist der hydrodynamische Druck = bh, im letzteren = ch. Folglich haben wir die Proportion = bh : ch = b : c. Ist nun r der Radius der Fläche b und s der der Fläche c, so erhalten wir für $b = r^2\pi$ und für $c = s^2\pi$. Folglich verhalten sich die hydrodynamischen Druckkräfte in beiden Arterien wie $r^2\pi : s^2\pi = r^2 : s^2$. Oder 350

da der Durchmesser $d = 2r$ und der Durchmesser $e = 2s$ wie $d^2 : e^2$, d. h. in je zwei verschiedenen Arterien des Körperkreislaufes verhalten sich die absoluten Druckkräfte, unter welchen das Blut strömt, wie die Lumina der Durchschnittsflächen oder wie die Quadrate der Durchmesser oder wie die Quadrate der Halbmesser derselben. In der Absicht, diesen Satz durch Zahlen zu versinnlichen, habe ich bei dem schon mehrfach erwähnten 33jährigen Manne die Radien eines Theiles der Körperarterien bestimmt. Um so genaue Werthe als möglich zu erhalten, bediente ich mich nicht der unmittelbaren Messung der Durchmesser, sondern schnitt einen Ring der Arterie auf und maß die Breite desselben. Diese gleicht natürlich der Peripherie des Lumendurchschnittes p, und wir haben dann für den Radius $r = \frac{p}{2\pi}$ oder für den Flächeninhalt den Lumenquerschnitt $q = \frac{p^2}{4\pi}$. Bei dieser Methode kann man natürlich z. B. um 3,14 Millim. irren, ehe dieses einem Irrthum von 1 Millim. bei der unmittelbaren Duchmesserbestimmung gleicht. Durch diesen Bestimmungsweg kam ich nun zu folgenden Zahlen, bei welchen wiederum der Berechnung des absoluten Druckgewichtes ein hydrostatisches Gewicht von 15,7 Centimeter Quecksilber zum Grunde gelegt worden.

Arterie.	Peripherie des Lumen in Centimetern.	Radius des Lumen in Centimetern.	Querschnitt des Lumen in Quadratcentimetern.	Absoluter Druck des Blutes in Grammen.
1. Aorta dicht vor dem Durchgange durch das Zwerchfell	4,300	0,6843663	1,471388	314,1245
2. Aorta in dem Niveau des Ursprunges der Arteria coeliaca	4,080	0,6493523	1,324678	282,8038
3. Aorta in dem Niveau des Ursprunges der Arteria mesenterica superior . . .	4,000	0,63661973	1,273239	271,8221
4. Aorta im Niveau des Ursprunges der Arteriae renales	3,900	0,6207043	1,210372	258,4009
5. Aorta dicht über der Theilung in die beiden Iliacae	3,560	0,5665912	1,008533	215,3103
6. Truncus anonymus . . .	3,125	0,4973592	0,777124	165,9070
7. Carotis sinistra	1,870	0,2976197	0,278275	59,4094
8. Subclavia sinistra	1,550	0,2466901	0,191185	40,8158
9. Coeliaca	1,580	0,2514648	0,198657	42,4110
10. Mesenterica superior . .	1,560	0,2482817	0,193659	41,3441
11. Renalis dextra	1,745	0,2777253	0,242315	51,7315
12. Renalis sinistra	1,700	0,2705634	0,229979	49,0979
13. Iliaca dextra	2,500	0,3978874	0,497359	106,1805
14. Iliaca sinistra	2,460	0,3915211	0,481571	102,8076
15. Hypogastrica dextra . .	1,600	0,2546479	0,203718	43,4915
16. Cruralis dextra unmittel-				

Arterie.	Peripherie des Lumen in Centimetern.	Radius des Lumen in Centimetern.	Querschnitt des Lumen in Quadratcentimetern.	Absoluter Druck des Blutes in Grammen.
bar nach dem Abgange der Hypogastrica	2,150	0,3421832	0,367847	78,5311
17. Brachialis dextra in der Ellenbuge	1,400	0,2228168	0,155972	33,2982
18. Radialis dextra an ihrem Ursprunge	0,550	0,0857352	0,024072	5,1391
19. Rad. dextra an der Stelle, wo der Puls gefühlt wird	0,610	0,0970845	0,029611	6,3215
20. Spermatica	0,34	0,054112	0,009199	1,9639

Hierbei wurden Nr. 6—20 dicht an dem Ursprunge gemessen. Alle Gefäße waren nicht injicirt. Nach den oben bei den Bestimmungen der Herzkraft mitgetheilten Daten wog das rechte Atrium dieses Mannes 15,00572 Grm., der linke Vorhof 21,89428 Grm., der rechte Ventrikel 65,49637 Grm. und die linke Kammer 136,09863, mithin das Herz im Ganzen 238,495 Grm. Beträgt nun bei dem gesunden Manne das Herz $1/_{288}$ des Körpergewichtes [1]), so erhalten wir für dieses 68,68656 Kilogr. Nach Quetelet beträgt das mittlere Körpergewicht eines 30jährigen Mannes 68,90 Kilogr., das eines 40jährigen 68,81 Kilogr., folglich das eines 33jährigen Mannes 68,873 Kilogr. Dieser Werth weicht aber von dem, den wir aus dem Herzgewichte berechnet haben, = 68,68656 nur um 0,18644 Kilogr. = 11,93216 schweizer Loth ab. Legen wir nun die obige Hypothese, daß die Herzkraft des linken Ventrikels $1/_{50}$ der Körpermasse ausmacht, zum Grunde, so betrug sie bei diesem 33jährigen kräftigen Uhrmachergesellen $\frac{68,68656}{50}$ Kilogr. 1373,731 Grm. Als mittlere Herzkraft des linken Ventrikels des erwachsenen Menschen hatten wir 1217,374 Grm. gefunden. Von dieser weicht aber jener Werth des 33jährigen Mannes um 156,357 Grm. = 0,31271 schweizer Pfund = 10,00672 schweizer Loth oder um $1/_8$ der mittleren Herzkraft ab.

---

[1]) Diese Zahl ist viel kleiner als diejenige, welche aus den Untersuchungen von Clendinning erhellt. Denn nach den Beobachtungen dieses Forschers (s. Repertorium Bd. IV. 235) gleicht das Herz im Durchschnitt bei dem Manne von 30—50 Jahren $1/_{150}$ des Körpergewichtes. Legen wir aber den ersteren Coefficienten zum Grunde, so erhalten wir ein Körpergewicht von 35,77425 Kilogr. Nun beträgt nach Quetelet das Mittel des Körpergewichtes des Mannes zu 30 Jahren 68,90 Kilogr. und zu 40 Jahren 68,81 Kilogr. Obgleich sich natürlicher Weise hieraus weder auf das Maximum noch auf das Minimum schließen läßt, so konnte ich doch kein Körpergewicht von 35 Kilogr. in die Rechnung einführen, weil nach Quetelet das Minimum des Körpergewichtes des Jünglinges schon 48,20 Kilogr. erreicht und ein geringster Werth von 35 Kilogr. dem Knaben von 13 bis 14 Jahren zufällt. Uebrigens kann der Clendinning'sche Coefficient bisweilen annähernd richtig sein, weil das Gewicht des Herzens fast noch größeren Schwankungen als das des Körpers ausgesetzt ist. Bei einem ungefähr 40jährigen kräftigen Manne z. B., welcher sich erhenkt hatte, betrug es 428,095 Grm. Nehmen wir nun ein Körpergewicht von 68,81 Kilogr. an, so erhalten wir als Bruchtheil $1/_{161}$ — eine Zahl, welche den Werthen von Clendinning schon nahe kommt.

351 Legen wir nun aber 1373,731 Grm. als die ursprüngliche Herzkraft des linken Ventrikels zum Grunde, so läßt sich aus der vorhergehenden Tabelle durch einfache Division der absoluten Druckgewichte durch das Gewicht der ursprünglichen Herzkraft bestimmen, mit welchem Theile der letzteren das Blut in jeder der verzeichneten Schlagadern strömt. Außer den in Decimalstellen ausgedrückten genauen Bruchzahlen habe ich der Uebersichtlichkeit wegen in der folgenden Tabelle eine Columne der annähernden Brüche, von denen immer der erstere der richtigere ist, beigesetzt:

Arterie.	Absolutes Druckgewicht.	Bruchzahlen.	
Aorta an ihrem Ursprunge	1373,731	1,000000	1
Aorta an dem Durchgange durch das Zwerchfell	314,1245	0,228665	$\frac{1}{4}$—$\frac{1}{5}$
Aorta im Niveau der A. coeliaca	282,8038	0,205865	$\frac{1}{5}$—$\frac{1}{4}$
Aorta im Niveau der Mesenterica superior	271,8221	0,197871	$\frac{1}{5}$—$\frac{1}{6}$
Aorta im Niveau der Arteriae renales	258,4009	0,188102	$\frac{1}{6}$—$\frac{1}{5}$
Aorta dicht über der Theilung in die Iliacae	215,3103	0,156734	$\frac{1}{7}$—$\frac{1}{6}$
Truncus anonymus	165,9070	0,120771	$\frac{1}{8}$—$\frac{1}{9}$
Carotis sinistra	59,4084	0,039806	$\frac{1}{25}$
Subclavia sinistra	40,8158	0,027348	$\frac{1}{37}$—$\frac{1}{38}$
Coeliaca	42,4110	0,028417	$\frac{1}{36}$—$\frac{1}{35}$
Mesenterica superior	41,3441	0,030096	$\frac{1}{33}$—$\frac{1}{34}$
Renalis dextra	51,7315	0,037658	$\frac{1}{26}$—$\frac{1}{27}$
Renalis sinistra	49,0979	0,035741	$\frac{1}{28}$—$\frac{1}{27}$
Iliaca dextra	106,1805	0,077294	$\frac{1}{13}$—$\frac{1}{14}$
Iliaca sinistra	102,8076	0,074840	$\frac{1}{13}$—$\frac{1}{14}$
Hypogastrica dextra	43,4915	0,031659	$\frac{1}{31}$—$\frac{1}{32}$
Cruralis dextra	78,5311	0,057166	$\frac{1}{18}$—$\frac{1}{17}$
Brachialis dextra	33,2982	0,024239	$\frac{1}{42}$—$\frac{1}{41}$
Radialis dextra am Ursprunge	5,1391	0,003741	$\frac{1}{250}$
Radialis dextra an der Pulsstelle	6,3215	0,004601	$\frac{1}{200}$
Spermatica	1,9639	0,001429	$\frac{1}{714}$—$\frac{1}{715}$

Diese Werthe gelten unter der Voraussetzung, daß der Reibungswiderstand so gering ist, daß er ohne erheblichen Fehler = 0 gesetzt werden kann — eine Annahme, die vielleicht mit einziger Ausnahme der Spermatica als fast vollkommen richtig angesehen werden kann.

Durch eine einfache Deduction ließen sich aus den dargestellten Verhältnissen für die unmittelbare Berechnung zwei nicht uninteressante Coefficienten bestimmen, um einerseits an dem Lumen einer Schlagader eines erwachsenen Mannes die absolute Druckkraft, unter welcher das Blut bei Mangel aller Aufregung in derselben im Durchschnitt strömt, und um anderseits aus dem Körpergewichte des Menschen die Größe des Ostium arteriosum des linken Ventrikels desselben annähernd zu finden. Die Darstellung beruht auf den Voraussetzungen, daß, wenn man von den Temperaturunterschieden absieht, 1 Cubikcentimeter 1 Gramm wiegt, daß der hydrostatische Blutdruck in allen größeren Körperarterien derselbe ist und daß der Druck des linken Ventrikels im Mittel ungefähr $\frac{1}{50}$ des Körpergewichtes beträgt. Nennen wir nämlich den hydrostatischen in Centimetern Wasserdruck bestimmten Blutdruck h, den absolu-

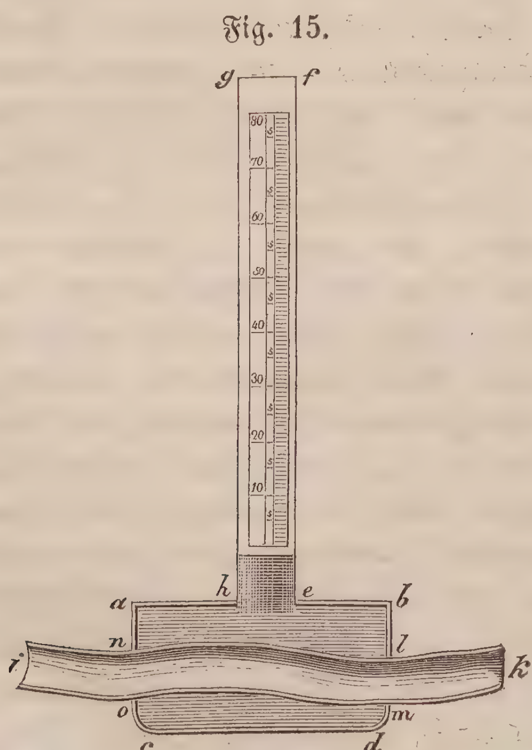
ten Blutdruck a und das Lumen der Schlagadern in Centimetern ausgedrückt c, so haben wir $a = hc$, und, wenn c ein Quadratcentimeter ist, $a = h$, d. h. für 1 Quadratcentimeter Oberfläche beträgt der absolute Blutdruck genau eben so viel rammen, als der auf Wasserdruck reducirte hydrostatische Druck in Centimetern ausmacht. Für 157 Millimeter Quecksilber gleicht dann dieser Coefficient 213,4886 Grm. Hieraus ergiebt sich dann folgende Methode. Haben wir das Lumen einer Arterie vor uns, so bestimmen wir den Durchmesser derselben entweder direct oder in der Leiche besser nach der oben angegebenen Methode aus der Peripherie und zwar in Centimetern, erheben die Hälfte dieses Diameters ins Quadrat und multipliciren das Product mit π und dieses mit 213,4886. Die erhaltene Summe giebt den normalen, durch kein Nebenmoment gestörten absoluten Blutdruck in Grammen. Gesetzt, wir hätten z. B. den Durchmesser des Lumen der Radialis eines kräftigen Mannes zu 2 Millimeter bestimmt, so gleicht der absolute Druck des Blutes in dieser Schlagader im Durchschnitt $(0{,}10)^2 \times \pi \times 213{,}4886 = 6{,}7069$ Grm. Die Bestimmung des ungefähren Flächeninhaltes des Ostium arteriosum aus dem Körpergewichte ergiebt sich aus einer ebenfalls einfachen Deduction. Wenn a der absolute Druck des linken Ventrikels und x der Flächeninhalt des Ostium arteriosum in Quadratcentimetern ist, so erhalten wir $a = x \times 213{,}4886$. Nennen wir nun das Körpergewicht k, so wäre approximativ $a = 0{,}02\ k$; mithin $x = \frac{0{,}02}{213{,}4886} \times k = 0{,}0000936818\ k$, d. h. wir brauchten nur das in Grammen ausgedrückte Körpergewicht eines Erwachsenen mit dem Coefficienten 0,0000936818 (dessen log. = 0,9716554—5 ist) zu multipliciren, um den mittleren Flächeninhalt des Ostium arteriosum sinistrum in Quadratcentimetern zu erhalten. Wenn z. B. ein 32jähriger Mensch 68,5 Kilogr. wiegt, so finden wir für das Ostium arteriosum des linken Ventrikels $0{,}0000936818 \times 68500 = 6{,}4172$ Quadratcentimeter. Diese Fläche als Kreis gedacht, entspricht einem Radius von 1,4292 C. und einem Durchmesser von 2,8594 Centimetern, d. h. Werthen, welche sich auch den Mittelzahlen nähern. Es versteht sich übrigens von selbst, daß beide Coefficienten Schätzungswerthe betreffen und eben nur im Allgemeinen und für die Normalverhältnisse, so wie bei dem Mangel von störenden Umständen ihre Gültigkeit haben.

Schon an dem Hämadynamometer beobachten wir, wenn der Blut- 351
druck auf dasselbe einwirkt, ein fortwährendes Steigen und Fallen der Quecksilbersäule. Man könnte sich nun vorstellen, als sei dieses dadurch bedingt, daß die im Momente der Systole des linken Ventrikels emporgetriebene Quecksilbersäule während der Diastole wieder hinabsinke. Allein eine genauere Betrachtung lehrt uns das Gegentheil. Bei ruhigem Kreislaufe fällt das Quecksilber fast nie um mehr als um 5 bis 10 Mm. Nun gleichen 10 Mm. 0,031866 preuß. Fuß. Wenn aber ein Körper 0,318 preuß. Fuß herabfällt, so erlangt er eine Geschwindigkeit von 4,4581 preuß. Fuß = 1,398 Met. für die Secunde. Es ergiebt sich hieraus von selbst, daß die Quecksilbersäule, wenn wir sogar den Widerstand der Natronlösung und des Blutes mit einrechnen, mehr sinken müßte, wenn sie zwischen Systole und Diastole ihrer Schwere allein folgen könnte. Daß dieses aber auch nicht der Fall sei, lehrt eine genauere Betrachtung der dann Statt findenden Verhältnisse. Alle Arterien sind mit Blut continuirlich angefüllt. Im Momente der Systole wird durch die Thätigkeit des Herzens eine der Capacität des entsprechenden Ventrikels correspondirende Blutmasse in jene hineinpreßt. Dadurch wird einerseits die in dem Gefäßsysteme enthaltene Blutmenge fortgeschoben. Die Schlagadern dehnen sich dann elastisch aus. Im Momente der Diastole läßt dieser Druck nach, die Blutmasse folgt zwar einerseits dem noch anhaltenden Stoße, findet jedoch an der Trägheit der vorhandenen Blutsäulen einen Widerstand.

Die elastisch erweiterten Arterien dagegen kehren zu ihrem alten Volumen zurück, drücken auf das Blut und unterstützen so, da die Semilunarklappen verschlossen sind, die centrifugale Strömung desselben. Es muß dieses deshalb während der Diastole unter einem bedeutend geringeren Drucke, aber immer centrifugal strömen. Die Quecksilbersäule des Hämadynamometers wird daher zwar in dem Momente der Erweiterung der Kammer von selbst herabfallen. Sie wird aber bei ihrer Fallgeschwindigkeit nicht bloß an der Natronlösung und der Trägheit der in festen Körpern eingeschlossenen Blutmasse, sondern auch an der in vermindertem Maaße fortbestehenden Druckkraft der letzteren einen Widerstand finden. Abstrahiren wir von den ersteren Momenten und sehen die 5 bis 10 Mm. Unterschied als den Ausdruck des geringeren Druckes des Arterienblutes während der Diastole an, so haben wir im Durchschnitt eine hydrostatische Pression von $157 - 2 \times 75 = 142$ Millimeter Quecksilber. Hat daher z. B. der Anfangstheil der Aorta im Momente der Systole der linken Kammer einen absoluten Druck von 1427,284 Grm., so wird dieses während der Diastole $\frac{1427{,}284 \times 142}{157} = 1290{,}922$ Grm. betragen. Gleicht die absolute Druckkraft an dem ostium arteriosum im Momente der Systole im Durchschnitt ungefähr $1/_{50}$ des Körpergewichtes, so ergiebt sich für den Moment der Diastole ungefähr $1/_{55}$ oder genauer $\frac{1}{55{,}281}$.

352 Durch das Einschießen des Blutes während der Systole der Kammer wird das Volumen der Arterien größer, während sie sich im Augenblicke der Diastole verengern. An bloßgelegten Gefäßstämmen von bedeutenderem Umfange kann man diese Bewegung der Schlagaderwandungen, wenn sie erheblich ist, unmittelbar sehen. Sonst wird sie auch durch das Gefühl deutlich wahrgenommen. Um aber diese Erweiterungsgröße zu messen, bedient man sich eines eigenen von Poiseuille erfundenen Instrumentes, welches in dem Nachfolgenden nach denjenigen Dimensionen, nach welchen ich es bei dem Hunde gebrauchte, beschrieben ist.

Fig. 15.



Ein kleiner dünner Blechkasten a b d c, welcher im Ganzen 28 Millim. Länge, 13,6 Breite und 14 Millim. Höhe hat und prismatisch ist, besteht aus zwei auseinander zu nehmenden Stücken, von denen das untere c d in das obere a b eingeschoben werden kann. Jede dieser beiden Hälften hat an den Seitenwänden a c und b d einen halbmondförmigen Ausschnitt, so daß, wenn das Kästchen geschlossen ist, eine der Größe der Arterie anzupassende runde Oeffnung übrig bleibt. In der oberen Hälfte a b befindet sich eine Glasröhre f g h e, deren Lumendurchmesser 6,8 Mill.

gleicht und die eine Länge von $1\frac{1}{2}$ bis 2 Decimeter hat. An ihr ist eine in Millimeter getheilte Skale angebracht. Nun macht man das Kästchen zu, verschmiert die Schlußränder mit Talg oder Injectionsmasse, drückt an die beiden für die Arterie bestimmten Oeffnungen zwei Finger an und gießt durch die Skalenröhre so viel Wasser ein, daß dieses das Kästchen und einen Theil der Röhre füllt. Schließt Alles gut, d. h. bleibt die Wassersäule fix, so kann man zu dem Versuche selbst schreiten. Man legt alsdann eine Arterie, z. B. die Carotis communis des Hundes bloß, isolirt sie, um jede unnöthige Blutung zu vermeiden, mit dem stumpfen Stiele eines Messers in einer Länge von 2 Zoll, schiebt die untere Hälfte des Kästchens unter das Gefäß und setzt die obere Hälfte so darauf, daß die durchgehende Carotis ik, ohne wesentlich eingeengt zu werden, die Seitenöffnungen lm und no vollständig ausfüllt. Nun verschmiert man die Schlußränder von Neuem und gießt durch die Skalenröhre Wasser bis zu einer gewissen Höhe ein. Jeder Systole des Herzens oder jeder Erweiterung der Arterie entsprechend hebt sich die Wassersäule, während sie in jedem folgenden Momente wieder sinkt. Dieses Spiel kann man, so lange man will, beobachten. Geht der Versuch gut von Statten, so bleibt sich das Steigen und Fallen der Wassersäule immer gleich. Weiß ich nun die Länge und das Lumen der Arterie, die Schwankungshöhe und das Lumen der Skalenröhre, so ergiebt sich hieraus die Größe der Erweiterung.

Bei seinen an der Carotis des Pferdes angestellten Untersuchungen 353
fand Poiseuille als den Erweiterungscoefficienten der Schlagader im Ganzen $\frac{1}{23}$. An der Carotis des Hundes kam ich auf $\frac{1}{22}$ der gesammten Arterie $\frac{1}{15}$ des Rauminhaltes desselben.

Nennen wir die Länge des in dem Kästchen enthaltenen Arterienstückes a, den Durchmesser des Lumen desselben = d, so beträgt der Rauminhalt $\frac{d^2\pi a}{4}$. Gleicht nun die Höhe der Säulenschwankung c und der Diameter der Skalenröhre e, so ist die räumliche Schwankungsgröße $\frac{e^2\pi c}{4}$. Folglich verhält sich diese zu dem ursprünglichen Rauminhalte der Arterie $= \frac{e^2\pi c}{4} : \frac{d^2\pi a}{4} = e^2 c : d^2 a$. In Poiseuille's an der Pferdecarotis gemachten Versuche betrug der Raum der Arterie 11440 Cubikmillimeter. Die Skalensäule hatte einen Diameter von 3 Millimeter und eine Höhe von 70 Millimeter. Es glich mithin ihr Rauminhalt 494,801 Cubikmillimeter. Wir haben daher 494,801 : 11440 = 1 : 23,1204, oder die Arterie erweiterte sich der Systole der linken Herzkammer entsprechend ungefähr um $\frac{1}{23}$ ihres Volumens. In meinem Versuche, welcher an dem unteren Theile der Carotis eines erwachsenen Hundes angestellt wurde, war a = 28 Millimeter. Zur Bestimmung der Lumendurchmessers der lebendigen Arterie, welcher natürlich nicht unmittelbar gemessen werden kann, bediente ich mich folgender Rechnung. An dem lebenden Thiere betrug der Diameter der gefüllten Carotis im Ganzen 6 Millimeter. Nach dem durch Erstickung erfolgten Tode des Hundes ergaben sich für die Peripherie des Lumen 12 Millimeter. Dieses entspricht einem Diameter von 3,81972 Millimeter. Ziehen wir aus beiden Werthen, von denen freilich der erstere keine Lumenbestimmung ist, das Mittel, so erhalten wir 4,90986 Millimeter. Ich glaube daher nicht zu fehlen, wenn ich als den wahren Durchmesser des Lumen 5 Millimeter annehme. Nun war e = 6,8 Millimeter. Der Durchmesser der Schwenkungssäule betrug also 6,8 Millim., ihre Höhe constant 1 Millim. Wir haben daher als Proportion $(6,8)^2 \times 1 : (5)^2 \times 28 = 1 : 15,1384$. Oder die Vergrößerung des das Blut aufnehmenden inneren Rauminhaltes der Carotis betrug $\frac{1}{15}$. Wollen wir dagegen dem Vergrößerungscoefficienten des ganzen Arteriencylinders mit seiner Wandung bestimmen, so müssen wir natürlich 6 Millimeter als Diameter desselben nehmen. Wir erhalten aber dann $(6,8)^2 \times 1 : (6)^2 \times 28 = 1 : 21,7993$. Oder der Vergrößerungscoefficient der gesammten Carotis betrug daher $\frac{1}{22}$. Ich zweifele nicht im Geringsten, daß Posseuille bei seiner Bestimmung des Raumes der Arterie die letztere Berechnungsweise zum Grunde gelegt hat und daß so unsere beiderseitigen gefundenen Werthe auf eine erfreuliche Weise stimmen. Denn da $\frac{1}{23,1204} = 0,043252$ und $\frac{1}{21,7993}$

= 0,045873 ist, so differiren unsere beiderseitigen an der Carotis zweier verschiedener Säugethiere gefundenen Coefficienten nur um 0,002621 oder um ungefähr $\frac{1}{350}$. Diese merkwürdige Uebereinstimmung deutet übrigens darauf hin, daß auch hier ein bestimmter Coefficient für alle gleichen Gefäße verschiedener Säugethiere existire und daß wir ihn auch mit vieler Wahrscheinlichkeit auf den Menschen übertragen können. Zugleich erhellt es von selbst, daß wir uns in Betreff der Füllung mit Blut an den ersteren Werth $\frac{1}{15}$ = 0,066666 halten müssen.

Bei diesen Berechnungen ist aber noch eine andere Größe zu bestimmen. Die Wassersäule nämlich, welche in dem Kästchen und der Skalenröhre existirt, drückt auf die Schlagader größtentheils bis gänzlich, so daß wir, um eine genügende Genauigkeit zu erlangen, auch diese Druckgröße berechnen müssen. Ist aber a die Länge, b die Breite, c die Höhe des Kästchens und d die Höhe der Wassersäule in der Skalenröhre, so gleicht der gesammte hydrostatische Druck $a\,b\,(c + d)$. Bei meinem Versuche war a = 2,80 Centimeter, b = 1,36 Centim., c = 1,40 Centim. und d = 9,70 bis 4,00 Centimeter. Der Druck, unter welchem sich die Schlagader bei dem Versuche befand, betrug daher 42,2688 bis 20,5632 Grm. Da die Säule fgeh Fig. 15 unbeschadet ihrer Breite denselben hydrostatischen Druck ausübt, als hätte sie die Breite cd und die Höhe ef, so versteht es sich von selbst, daß der Druck, unter welchem die Arterie während des Versuches stand, weit mehr betrug, als das Gewicht des angewandten Wassers ausmachte. Außerdem wäre noch die Einengung, welche die Schlagader an den beiden Durchgangsöffnungen erleidet, zu berücksichtigen. Allein diesen Punkt kann man natürlicherweise gar nicht sicher, d. h. in keinen bestimmten Zahlen angeben.

354 Die Vermehrung des Umfanges der Arterien bei der Systole des Herzventrikels erfolgt auf doppelte Weise. Einerseits nämlich vergrößert sich der Längen- und anderseits der Querdurchmesser derselben. Dieses läßt sich schon aus der elastischen Beschaffenheit der in den Arterienwandungen theils longitudinal, theils quer verlaufenden Fasern erschließen und wird auch durch die Erfahrung bestätigt. Ist nämlich bei einem lebenden Menschen oder Thiere eine Schlagader bloßgelegt, so gelingt es nicht selten beiderlei Bewegungen deutlich wahrzunehmen. Jedoch wird häufig die Längenausdehnung um Vieles kenntlicher als die Vergrößerung des Querdurchmessers. Daß diese auch in der That, wenigstens an gerade verlaufenden Gefäßen geringer sei, lehrt folgender Versuch, welchen ich an der Carotis communis sinistra desselben Hundes, an dessen Carotis dextra die Raumveränderung im Leben bestimmt wurde, angestellt habe. Ein Arterienstück von 38,3 Mm. Länge wurde mit Wasser gefüllt und ergab dann im Ganzen einen Durchmesser von 5 Mm. und ein Volumen von 0,050 pariser Cubikzoll. Nach der Entleerung der Flüssigkeit wurde in genau dasselbe Stück möglichst viel Quecksilber eingegossen. Es zeigte hierauf eine Länge von 47,8 Mm., einen Durchmesser von 6 Mm. und einen Rauminhalt von 0,085 Cub. Zoll. Im ersteren Falle glich also sein Rauminhalt 752,019, im letzteren 1351,513 Cub. Mm. Wir haben aber 1351,513 : 752,019 = 0,085 : 0,047296. Es differirt daher das berechnete von dem gefundenen Volumen = 0,050 um 0,00274 oder um $\frac{1}{18}$ — $\frac{1}{19}$ des Ganzen. Die Füllung mit Quecksilber dehnte den Arterienschlauch um 0,7972 seines ursprünglichen Volumens aus. Da nun der Ausdehnungscoefficient im Leben 0,045873 betrug, so war hier die Erweiterung des Raumes verhältnißmäßig 17,378 Mal stärker als während des normalen Kreislaufes. Hierbei betrug aber die Dehnung in die Länge 9,5 Mm. oder 0,248042 des ursprünglichen Längendurchmessers und die in die Breite 1 Mm. oder 0,20 des anfänglichen Diameters. Ginge die Durchmesserverände-

rung im Leben in gleichem Verhältnisse fort, so würde sich die Länge um den Coefficienten = 0,0142733 und die Breite nur um den Factor = 0,0115088 vergrößern. Ist aber der letztere Werth überhaupt schon kleiner, so muß er an dem Arterienschlauche noch um so weniger auffallen, weil er für das Lumen im Quadrate wächst, während die erstere Zahl für das Auge unverändert einwirkt. Eine Durchmesservergrößerung von 0,0115088 entspricht einer Lumenvermehrung von $\frac{(0{,}0115088)^2\pi}{4}$ oder nur von 0,00010403. Es kann daher, der Erweiterungscoefficent sei im Leben, welches er wolle, kein anderes Resultat erfolgen, als daß, wenn die Arterie keine bedeutende Biegungen macht oder comprimirt wird oder auf sonstige Hindernisse stößt, die Breitenvergrößerung viel geringer als die Längenvermehrung erscheint. Von den Bewegungsverhältnissen gebogener Schlagadern wird in der Folge gehandelt werden.

Außer der bloßen Elasticität, welche die eben geschilderten Erscheinun- 355
gen hervorruft, besitzen auch die Schlagaderwandungen das Vermögen einer lebendigen Contractilität, mittelst welcher sie auf kürzere oder längere Zeit ihr Lumen zu verringern im Stande sind. Bisweilen zieht sich eine Arterie schon durch den bloßen Reiz der Luft auf eine sichtliche Weise zusammen. Bei größeren chirurgischen Operationen ist dieses nicht selten an kleineren Schlagaderstämmen wahrzunehmen. Durch die Einwirkung von kaltem Wasser wird das gleiche Resultat sehr häufig erzielt. Dieses bildet daher auch ein blutstillendes Mittel für kleinere Arterien. Wenn aber der Vorschlag gemacht wurde, bei größeren Operationen, vorzüglich bei Amputationen, die Unterbindung der Schlagadern durch den Gebrauch des kalten Wassers zu ersetzen, so ist diese Regel aus doppelter Ursache nicht anzunehmen. Denn einerseits bringt man irgend größere Arterien durch bloßes kaltes Wasser fast nie zum Schlusse und anderseits muß, sobald der Contractilitätszustand der Schlagaderwände aufhört, die Gefahr einer erneuerten Blutung eintreten. Ein Ligaturfaden, welcher das untere Ende des Arterienstumpfes verschließt, erzeugt nie solche Nachtheile, daß die Vortheile desselben hierdurch aufgewogen würden. Auch in Folge der Reizung der zu größeren Schlagadern verlaufenden Nerven scheint sich bisweilen eine später entstehende, sehr allmälig eintretende und länger anhaltende Verengerung größerer Gefäßstämme, z. B. der Aorta des Pferdes, einzustellen. Weniger beweisend sind diejenigen Versuche, welche über die Einwirkung verschiedenartiger chemischer Reagentien auf die Arterien des lebenden Körpers angestellt worden sind. Denn Stoffe, wie Alkohol, Aether, Säuren und Salze wirken nicht bloß als indifferente Reize, welche eine Beantwortung durch Contractilitätserscheinungen anregen, sondern auch als chemische Körper, welche die Substanzen der Schlagaderwandungen und des Blutes angreifen. Haben wir aber gesehen, daß die elastische Ausdehnung der Arterien verhältnißmäßig mehr in die Länge als in die Breite geht, so liefert eine dem Chirurgen täglich vorkommende Erscheinung den Beweis, daß auch das gleiche Gesetz für die Contractilitätserscheinungen seine Gültigkeit habe. Denn eine durchschnit-

tene Arterie verengert zwar ihr Lumen, zieht sich jedoch in viel bedeutenderem Maaße zurück, so daß dieser Umstand bisweilen bei Aufsuchung derselben, behufs der Unterbindung, Schwierigkeiten verursacht. Wie sich aber alle contractilen Theile nach dem Tode mehr oder minder zusammenziehen und auf diese Weise die sogenannte Todtenstarre (Rigor mortis) verursachen, so sehen wir auch das Gleiche bei den Arterienwandungen. Ein frisch amputirtes Glied kann nicht sogleich fein injicirt werden, weil die Schlagadern desselben zu sehr contrahirt sind. Dieselbe Erfahrung wurde häufig bei eben geschlachteten oder auf andere Art ums Leben gebrachten Thieren gemacht (Schwab, Gerber). In allen diesen Fällen muß man zuvor, um ein befriedigendes Resultat zu erhalten, das Aufhören der Todtenstarre abwarten. Auf gleiche Weise bleibt eine Arterie, welche kein Blut mehr enthält, im Leben, wie nach dem Tode längere Zeit in bedeutendem Maaße zusammengezogen.

Es versteht sich von selbst, daß die Größe dieser Contraction unter verschiedenen Verhältnissen sehr verschieden sein kann. Bei verblutenden Pferden fand man, daß die Aorta um mehr als $\frac{1}{10}$, die Iliaca um mehr als $\frac{1}{6}$ und die Cruralis um mehr als $\frac{1}{3}$ an Umfang abnahm (Hunter). Kleinere Arterien schließen sich fast gänzlich. Schon diese Erfahrungen scheinen darauf hinzudeuten, daß vielleicht die Contractilitätseffecte der Wandungen in umgekehrtem Verhältnisse mit den Quadraten der Halbmesser oder in umgekehrter Proportion der Lumina wachsen. Aus den oben angeführten Datis der Carotis des Hundes läßt sich der Grad der Zusammenziehung derselben genauer berechnen. Hatte das Gefäß im Leben einen Lumendurchmesser von 5 Millim., so betrug sein Querschnitt von 19,6349 Quadratmillimeter. Glich dagegen nach dem Tode der aus der Peripherie berechnete Lumendurchmesser 3,981972 Millimeter, so war der Rauminhalt 12,4533 Quadratmillimeter. Es hatte mithin der Durchmesser um 1,018028 Millimeter oder um 0,203605 oder um etwas mehr als $\frac{1}{5}$, das Lumen um 7,1816 Quadratmillimeter oder um 0,365757 oder um $\frac{1}{3}$ bis $\frac{1}{4}$ des Werthes, welcher im Leben Statt fand, abgenommen.

356 Die Ursache dieser Zusammenziehungserscheinungen der Schlagaderwandungen liegen in den contractilen Elementartheilen, welche neben dem elastischen in ihnen enthalten sind (Henle) [1]. Ueberblicken wir nämlich die so verschiedenartigen Gewebeelemente, welche in diesen Theilen vorkommen, so können wir im Allgemeinen die Ansicht aufstellen, daß die ganze Schlagaderwand ein Gemisch von contractilem und elastischem Gewebe ist, daß aber das erstere mehr nach innen, das letztere mehr nach außen vorherrscht. Da nun nach den Capillargefäßen hin die äußeren Lagen in höherem Grade als die inneren wegfallen, so kann man sich schon hieraus erklären, weshalb in den feinsten Blutgefäßnetzen die Contractilität zum Theil auffallender als die Elasticität hervortritt. Indem aber die Natur die Schlagadern contractil und elastisch zugleich gemacht hat, verlieh sie ihnen die Fähigkeit, in zwei verschiedenartigen Rollen in der Hydraulik des Kreislaufes aufzutreten. Ihre Elasticität dient ihnen für den allgemeinern, immer wiederkehrenden Mechanismus der Circulation. Diese ihre Eigenschaft ist unablässig thätig und auch zur richtigen Herstellung des Kreislaufes in jeder Beziehung nothwendig.

---

[1] J. Henle allgemeine Anatomie. S. 513 fgg.

Die Contractilität dagegen bildet einen zeitlichen Regulator für einzelne Gefäßstämme oder für Gruppen derselben. Denn so wie sich das Lumen der Arterie bleibend verengert, muß auch weniger Blut durch dieselbe fließen. Die Geschwindigkeit der Strömung wird so lange, als der Herzdruck derselbe ist, die gleiche bleiben. Nur das absolute Druckgewicht muß sich in gleichem Verhältnisse mit der Verringerung des Lumen verkleinern. Die Arterie wird daher, so lange die Herzkraft unverändert erscheint, nur eine ihrem verkleinerten Querschnitte entsprechende Menge Blutes innerhalb einer bestimmten Zeit aufnehmen.

Wären die Arterien nicht elastisch, so würde, wie sich aus den vorher angeführten Datis von selbst ergiebt, das Blut schwächer, d. h. unter einem geringeren Drucke, und langsamer fließen, weil sich einerseits die Reibung wahrscheinlich vergrößerte und weil anderseits das durch die Elasticität der Arterienwandungen hinzukommende, während der Kammerdiastole Statt findende Unterstützungsmoment mangelte. Diese Uebelstände sehen wir auch in der That eintreten, sobald sich Knochenablagerungen in den Wandungen der Schlagadern bilden. Ist dieser pathologische Zustand in bedeutenderem Maaße und vorzüglich in einer längeren Strecke vorhanden, so strömt weniger Blut durch. Die correspondirenden Theile werden schlechter ernährt. Es entstehen krankhafte Ausschwitzung oder Brand. Da aber Leidenszustände der Art vorzugsweise bei alten Leuten beobachtet werden, so finden wir nicht selten bei Gangraena senilis der unteren Extremitäten Ossificationen in der Schenkelarterie, in der Aorta oder in den Hüftschlagadern. Haben sich an dem Anfangstheile der Aorta Knochenschuppen abgelagert, während die Zwischenräume zwischen diesen elastisch bleiben, so müssen sich diese unter dem Blutdrucke mehr ausdehnen. Ist der ganze Aortenstamm rigider, so wird er eher im Ganzen eine Durchmesservergrößerung erfahren. Hieraus erklärt sich von selbst, weshalb sich die Aorta so häufig bei Verknöcherung oder Rigidität ihrer Wandungen local oder allgemeiner ausweitet oder, wie man sich ausdrückt, aneurysmatisch ausdehnt.

Schon im Normalzustande zeigt das elastische Gewebe die Eigenschaft einer großen Brüchigkeit, sobald es über seine Elasticitätsgrenze hinaus ausgedehnt wird. Aus diesem Grunde kann die mittlere Haut der Arterien unter zu gewaltsamer Dehnung theilweise oder gänzlich reißen. Im ersteren Falle besitzen dann die verdünnten Schlagaderwandungen keine hinreichende Widerstandskraft gegen den sie treffenden Blutdruck. Sie dehnen sich daher sackförmig aus. Es erzeugt sich so eine wahre Pulsadergeschwulst oder ein ächtes Aneurysma. Auf diese Art erklärt es sich z. B. von selbst, wie sich ein Mensch durch einen unglücklichen starken Sprung ein Aneurysma der Arteria poplitea zuziehen kann. Ebenso muß eine unbedeutende Continuitätsverletzung, eine zu große Dünnheit oder Nachgiebigkeit Leiden der Art an anderen Körperschlagadern nach sich ziehen. Daß auch vorzüglich einseitige Biegungsstellen der Gefäße solche Ausdehnungen begünstigen, erhellt leicht aus dem Widerstande, welchen das Blut bei dem Anprallen erfährt, und aus dem Stoße, den es dann ausübt.

Auf den ersten Blick scheint es sich von selbst zu verstehen, daß eine durch 357
ihre Contractilität verkleinerte Arterie auch immer nur in gleichem Maaße als ihr Rauminhalt vermindert ist, weniger Blut aufnimmt. Allein dieser Satz gilt, wie eine genauere Betrachtung bald lehrt, nur für den Fall, daß die Herzkraft dieselbe bleibt. Sonst dagegen werden die Verhältnisse complicirter. Wir können uns nämlich zur Bestimmung der Geschwindigkeit des Blutstromes die Sache so denken, als befände sich das Blut in einem Behälter unter einem hydrostatischen Drucke von 157 Mill. Quecksilber und flösse durch eine horizontale Ausflußöffnung, deren Diameter dem Durchmesser des Lumen der Arterie gleicht, aus. Nun verhalten sich die Ausflußgeschwindigkeiten wie die Quadratwurzeln der Druckhöhen. So lange also die Herzkraft dieselbe bleibt, so lange also

der hydrostatische Druck der gleiche ist, ändert sich auch die Geschwindigkeit nicht, d. h. innerhalb einer bestimmten Zeit wird in das Gefäß nur so viel weniger Blut einströmen, als der durch die Zusammenziehung verringerten Capacität desselben entspricht. Verstärkt sich aber der Herzdruck gleichzeitig, so wird auch im Verhältniß der Quadratwurzel der größeren Druckhöhe mehr einströmen. Bei näherer Betrachtung zeigt sich aber, daß diese Correction häufig unter den hier in Rede stehenden Verhältnissen um Vieles geringer, als der anderseits durch die größere Lumenverminderung bedingte Unterschied beträgt, ausfallen muß. Denn gesetzt, eine Arterie, welche ursprünglich ein Lumen von 4 Quadratcentimetern hatte und in welche das Blut unter dem gewöhnlichen Drucke von 15,7 Centimetern Quecksilber einströmt, verringere ihren Querschnitt um $1/4$, so daß sie jetzt nur einen solchen von 3 Quadratcentimetern hat, während sich die Herzkraft ebenfalls um $1/4$ vergrößert, also auf 19,625 Centimeter Quecksilber steigt, so wird dann ein 1 Centimeter langes Stück ebenfalls $1/4$ seiner Capacität verlieren, die Geschwindigkeit dagegen, mit welcher das Blut einströmt, nur um $1/16$ zunehmen. Dieses Verhältniß aber kann z. B. als Ursache angesehen werden, weshalb ein Mensch bei mäßigem Zorne im Gesichte roth wird, bei sehr heftigen Gemüthsbewegungen dagegen, wenn sich selbst der Herzschlag nicht schwächt, sondern verstärkt, erblaßt. Daß manche Individuen eine größere Geneigtheit haben, nach Affectionen des Nervensystemes zu erbleichen, beruht wahrscheinlich auf einer sehr großen Reizempfänglichkeit ihrer Arterienwandungen.

358 Da die Schlagaderwände den Druck des strömenden Blutes auszuhalten haben, so muß ihre Dicke mit diesem in einem gewissen Verhältnisse stehen. Einige bisher hierüber angestellte Untersuchungen führten mich in dieser Beziehung zu folgenden Sätzen:

359 Erster Satz. Die Dicke der Wandungen zweier Körperarterien verhalten sich fast unzweifelhaft, wie die Quadratwurzeln der absoluten Druckkräfte, unter welchen das Blut in ihnen strömt.

Beweis. Um für Vergleiche brauchbare Zahlen zu erhalten, bediente ich mich der Methode, daß ich mittelst einer scharfen Scheere möglichst horizontale Ringe von Arterien verfertigte, von diesen Querschnitte entnahm, deren Dicke in einer Reihe von Messungen mikrometrisch möglichst genau bestimmte und aus diesen, da die Arterienwand bisweilen an einer Stelle etwas dicker als an der anderen ist, das Mittel zog. Nun wurde der Ring aufgeschnitten, dessen Umfang des Lumen gemessen, aus diesem der Diameter oder der Radius, aus diesem der Querschnitt des Lumen und aus diesem der absolute Blutdruck zu 15,7 Centimeter Quecksilber oder 213,4886 Grm. Wasser berechnet. Es ergab sich hierbei an den Gefäßen eines und desselben frischgeschlachteten Schafes:

1. Aorta dicht an dem Ursprunge des Truncus anonymus und 9 Millimeter oberhalb des Ansatzes der halbmondförmigen Klappen.

Peripherie = 4,25 Centimeter. Daher Radius = 0,676408 Cent., Lumen = 1,43736 Quadratcentimeter und absoluter Blutdruck = 306,681 Grm. Mittlere Dicke der Arterienwand 758,33 Grade des Schieck'schen Mikrometers oder 0,75833 Linie.

2. Truncus anonymus an seinem Ursprunge.

Peripherie 2,70 Centimeter. Mithin Radius = 0,42971 Cent., Lumen = 0,580097 Quadratcent. und absoluter Blutdruck = 123,772 Grm. Mittlere Dicke der Wandung 470 Mikrometergrade oder 0,470 pariser Linie. Wir haben aber:

$$\sqrt{306,681} : \sqrt{123,772} = 0,75833 : 0,48175.$$

Es besteht also eine Differenz zwischen der berechneten und gefundenen Dicke der

Arterienwandung = 0,48175—0,47000 = 0,01175 pariser Linie oder 0,023404 oder ungefähr $\frac{1}{50}$ des mit dem Mikrometer gefundenen Werthes.

3. Aorten-Bogen.

Peripherie 3,35 Centimeter. Daher Radius = 0,53317 Centimeter, Lumen = 0,89306 Quadratcentimeter und absoluter Blutdruck = 190,546 Grm. Die mittlere Dicke der Arterienwand ergab 582,75 Mikrometergrade oder 0,58275 pariser Linie. Es ist aber:

$$\sqrt{306,681} : \sqrt{190,546} = 0,75833 : 0,59774.$$

Mithin eine Differenz des gefundenen und des berechneten Werthes = 0,59774 — 0,58275 = 0,01499 oder 0,025723 oder ungefähr $\frac{1}{40}$ der gefundenen Dicke.

4. Mitte der Aorta thoracica.

Peripherie 3,09 Centimeter. Daher Radius = 0,491789 Centimeter, Lumen = 0,759814 Quadratcentimeter und absoluter Druck = 162,163 Grm. Die gefundene Wandungsdicke glich 480,186 Mikrometergrade oder 0,480186 pariser Linien. Wir haben aber:

$$\sqrt{306,681} : \sqrt{162,163} = 0,75833 : 0,551430.$$

Also Differenz 0,551430 — 0,480186 = 0,071244 pariser Linie oder 0,14839 oder ungefähr $\frac{1}{7}$ des gefundenen Werthes. Ich bin übrigens fest überzeugt, daß ich hier bei dem Abschneiden mit der Scheere die Arterienstückchen zu sehr comprimirt habe und daß auf diese Weise die Differenz größer geworden ist.

5. Unterer Theil der Aorta thoracica.

Peripherie 2,65 Centimeter. Radius = 0,42176 Centimeter, Lumen = 0,55831 Quadratcentimeter und absoluter Druck = 119,234 Grm. Mittlere Dicke der Schlagaderwandung 443,55 Mikrometergrade oder 0,44355 pariser Linien. Es ist aber:

$$\sqrt{306,681} : \sqrt{119,234} = 0,75833 : 0,47279.$$

Also Differenz des berechneten und des gefundenen Werthes = 0,47279 — 0,44355 = 0,02924 pariser Linien oder 0,065923 oder ungefähr $\frac{1}{16}$ des gefundenen Werthes.

Bedenkt man nun, daß diese Differenzen zum Theil nur gering sind und daß das Abschneiden der Arterien mit der Scheere die Wandung derselben etwas zusammenpreßt, daß diese während der längere Zeit in Anspruch nehmenden Untersuchung, wo sie natürlich nicht mit Wasser befeuchtet werden darf, etwas vertrocknet, und daß die Schlagaderwand in ihrer Circumferenz von vorn herein kleine Ungleichheiten der Dicke darbietet, so constatirt sich einerseits jenes Gesetz anschaulicher, während es sich anderseits erklärt, weshalb die gefundenen Werthe in der Regel etwas geringer als die berechneten ausfallen. Da ich die Untersuchung in der oben angeführten Reihenfolge vornahm, so erhellt von selbst, weshalb die Differenz bei Nr. 2 am kleinsten und bei Nr. 4 und Nr. 5 am größten ausfällt.

Zweiter Satz. In einem und demselben Körper verhält sich fast unzweifelhaft die mittlere Dicke der Lungenarterie zu der der Aorta an der analogen Stelle = $\sqrt{1} : \sqrt{2}$ oder = 1 : 1,4142136. 360

Beweis. Die hier anzustellenden Messungen stoßen deshalb auf viele Schwierigkeiten, weil unmittelbar an dem Austritte der Arterien aus dem Herzen die halbmondförmigen Klappen liegen, die Arterienwandungen mithin hier verdünnter sind und weniger gute Querschnitte erlauben. Ich wählte daher zur Bestimmung die Stellen dicht oberhalb der Klappen. Allein hier zeigt sich wieder der Nachtheil, daß die Wände in der Regel auf auffallendere Weise ungleich dick sind und den Anfügungsstellen der Klappen entsprechend eine größere Stärke besitzen. Man muß daher hier ungefähr 10 Stückchen längs der ganzen Peripherie ausscheiden und aus diesen das Mittel nehmen. Daß aber auch bei dieser Methode Abweichungen, welche selbst die erste Decimalstelle berühren, entstehen können, ergiebt sich von selbst. Bei den gemachten Bestimmungen fand sich:

1. 33jähriger Mann, welcher sich erhenkt hatte.

Mittlere Dicke der Lungenarterie = 0,469 pariser Linien.
Mittlere Dicke der Aorta = 0,664 pariser Linien.

Es ist aber:

$$\sqrt{1} : \sqrt{2} = 0,469 : 0,66326.$$

Mithin eine Differenz von 0,664 — 0,66326 = 0,00074 pariser Linien oder 0,0011144 oder $\frac{1}{1000}$ der gefundenen Dicke der Aorta, nahe über den halbmondförmigen Klappen.

2. 22jähriger an Phthisis verstorbener Mann.

Mittlere Dicke der Lungenarterie = 0,4815846 pariser Linien.

Mittlere Dicke der Aorta = 0,6652674 pariser Linien.

(Die Mittel sind hier aus 30 Messungen an jeder der beiden Schlagadern entnommen.)

Es ist aber:

$\sqrt{1} : \sqrt{2} = 0{,}4815846 : 0{,}6810634.$

Folglich Differenz = 0,6810634 — 0,6652674 = 0,015796 oder 0,023743 oder ungefähr $\frac{1}{50}$ der gefundenen Dicke der Aorta.

3. Schaaf, dessen Aorta zu den Versuchen des vorhergehenden Satzes gebraucht wurde.

Mittlere Dicke der Lungenarterie = 0,57333 pariser Linien.

Mittlere Dicke der Aorta = 0,75833 pariser Linien.

Wir haben aber:

$\sqrt{1} : \sqrt{2} = 0{,}57333 : 0{,}81082.$

Mithin Differenz = 0,81082 — 0,75833 = 0,05249 pariser Linien oder 0,069202 oder $\frac{1}{14}$ bis $\frac{1}{15}$ des gefundenen Werthes für die Dicke der Aortawand.

Erläuterung. Zur Erhärtung des zweiten Satzes habe ich keine größere Versuchsreihe angestellt, weil er am Ende nur eine unmittelbare Consequenz des ersten ist. Nach diesem verhalten sich die Dicken zweier Arterienwandungen wie die Quadratwurzeln der absoluten Druckgewichte, unter welchen das Blut der Größe ihres Lumens entsprechend und bei gleichem hydrostatischen Drucke einströmt. Nun müssen sich für den Anfang der Lungenarterie und der Aorta die absolute Druckkraft in der ersteren zu der in der letzteren wie die Kraft des rechten zu der des linken Ventrikels verhalten. Wir haben aber früher gesehen, daß die Druckkraft der linken Kammer genau das Doppelte von der der rechten ausmacht. Hieraus folgt, daß die Dicke der Pulmonalis zu der der Aorta an ihren Ursprüngen die Proportion = $\sqrt{1} : \sqrt{2}$ darbieten wird.

Die (von Stern angestellte) theoretische Betrachtung der Erscheinungen des Druckes setzt die Richtigkeit der beiden angeführten Lehrsätze fast außer Zweifel. Unter sonst gleichen Verhältnissen wächst die respective Festigkeit eines starren oder eines elastischen Körpers mit dem Quadrate der Dicke. Ist daher das Gewicht, welches ein Balken oder eine Schlagader aushält, = P, dasjenige, welches einem anderen, die gleichen Voraussetzungen darbietenden Körper zukommt, = p, und bezeichnet man die Dicke des ersteren mit D und die des letzteren mit d, so haben wir $D^2 : d^2 = P : p$ und daher $D : d = \sqrt{P} : \sqrt{p}$. Für unseren Fall bildet der absolute Blutdruck die Größen P und p, während D und d der Dicke des Stoffes, welcher den Druck auszuhalten hat, d. h. der Arterienwände, entspricht.

361 Selbst die schärferen Winkel, welche an den Theilungsstellen der Arterien gebildet werden, erzeugen, wie sich schon theoretisch erwarten läßt und die Hämadynamometerversuche direct bewiesen, keine wesentliche Veränderung der Druckkraft und der Geschwindigkeit des Blutes. Dagegen müssen starke Biegungen der Schlagadern, besonders wenn sie mehrfach auf einander folgen, auf eine erhebliche Weise eingreifen, weil ein Theil der Druckhöhe zur Ueberwältigung des durch die Krümmung entstehenden Widerstandes verloren geht und daher die Geschwindigkeit sowohl als die absolute Druckkraft vermindert wird. Diesen Fall wendet die Natur an mehreren Stellen unseres Körpers absichtlich an. Um das Blut dem zarten und weichen Gehirne unter einer geringeren Druckkraft zuzuführen, leitet sie die Hirncarotis gewunden durch den Carotidencanal und läßt ebenfalls die Vertebralis vor und bei ihrem Eintritte in den Schädel sehr starke Biegungslinien beschreiben. In den Malpighischen Körperchen der Nieren verlaufen die Arterienzweigchen sehr stark verknäuelt. Es wird daher hier derselbe Fall in noch viel bedeutenderem Maaße eintreten. Da aus jenen Körperchen neue Arterienzweigchen, welche in Ca-

pillaren übergehen, hervortreten, so müssen die Malpighischen Körper Verringerungsapparate der Druckhöhe des in den Nieren strömenden Blutes darstellen. Wir werden auch bei der Harnabsonderung sehen, daß dieser Nutzen für die Secretion des Urines von wesentlichem Einflusse ist.

So leicht auf den ersten Blick die Bestimmung der Theilungs- und Biegungswinkel der Schlagadern erscheint, auf so unüberwindliche Schwierigkeiten stößt man bei der genauen Untersuchung derselben, weil einerseits die Arterien nicht gerade, sondern in Bogenlinien verlaufen und weil sie anderseits längs ihres Weges nicht genau dieselbe Größe ihres Lumen constant beibehalten. Daß überdies die Winkel an entleerten Arterien andere als an injicirten, und im Leben während der Systole andere als während der Diastole sein müssen, versteht sich von selbst. Es kann daher hier nur von mittleren Bestimmungen die Rede sein. Allein auch diese Untersuchung hat, so lange man die Biegungscurven der Arterien nicht kennt, fast unübersteigliche Hindernisse. Mit der Anlegung eines Horntransporteurs ist natürlich keine Genauigkeit zu erreichen. Diese ließe sich theoretisch von der Triangulation erwarten. Bei gerader verlaufenden Schlagadern erhält man auch in der That durch diese Methode ziemlich befriedigende Werthe. Bei Schlängelungen dagegen muß man mindestens zwei Triangulationen, eine am Anfange und eine am Ende der Biegung nehmen und aus diesen das Mittel ziehen. Auf solche Weise versuchte ich einige Winkel wenigstens ungefähr zu bestimmen. Man sticht sich zu diesem Zwecke dicht an dem Winkelrande der Arterien drei Nadeln in beliebigen Entfernungen von einander ein, mißt die Distanzen und berechnet aus den so erhaltenen drei Seiten des Dreieckes die Größe des Arterienwinkels. Nennen wir die eine Seite, welche dem letzteren anliegt, die Hauptseite $= a$, die andere anliegende Seite die Nebenseite $= b$ und die, welche ihm gegenüberliegt, die Gegenseite $= c$ und $\frac{a + b + c}{2} = m$, so erhalten wir dann für den gesuchten Theilungs- oder Biegungswinkel der Arterie $= \varphi$, $\log. \sin. \frac{1}{2} \varphi = \frac{20 + \log. (m - a) + \log. (m - b) - (\log. a + \log. b)}{2}$. Machen wir aber die Hauptseite a und die Nebenseite b einander gleich, so ergiebt sich für $m = a + \frac{c}{2}$ und daher $\log. \sin. \frac{1}{2} \varphi = 10 + \log. \frac{c}{2} - \log. a$. Obgleich alsdann die Formel viel einfacher wird, so fand ich es doch in der praktischen Anwendung zweckmäßiger, die drei Seiten bloß nach Willkür zu nehmen, weil die Berechnung der erstern Gleichung, welche auch nicht lange aufhält, weniger Zeit erfordert, als man sonst für das genaue Abstechen der beiden Seiten nöthig hat. Ich erhielt nun auf diesem Wege folgende Werthe:

I. 33jähriger Mann, welcher sich erhenkt hatte.

Arterien.	Maaß in Millimetern.			Winkel.
	Hauptseite.	Nebenseite.	Gegenseite.	
Winkel zwischen Truncus anonymus und Carotis sinistra	14,75	14,5	9,6	38° 18′ 28″
Neigungswinkel der Carotis sinistra gegen die Aorta	19,8	15,5	23,1	80° 44′ 52″
Linker Neigungswinkel der Subclavia sinistra gegen die Aorta	11,1	2,6	11,9	101° 38′ 2″
Unterer gegen das Becken gekehrter Neigungswinkel der Arteria coeliaca zur Aorta	6,9	10	7,6	49° 22′ 34″
Nach dem Becken gekehrter Neigungswinkel der Mesaraica superior gegen die Aorta	13,5	13	18	85° 12′ 48″
Spaltung der Aorta in die beiden Iliacae	29	30,1	29,6	60° 4′ 38″
Nach dem Becken gekehrter Winkel der Renalis dextra mit der Aorta . . .	17,25	16,5	23,3	87° 17′ 20″
Derselbe Winkel der Renalis sinistra .	22,9	7	23,8	88° 45′ 16″
Carotis cerebralis dextra im Carotidencanal.				
a. Erster (unterster) Biegungswinkel	15,6	10,475	20,035	98° 30′ 6″
b. Zweiter Biegungswinkel . . . ,	5,5	7,25	11,25	123° 14′ 12″
c. Dritter Biegungswinkel	6,05	5,965	11,5875	149° 20′ 22″
d. Vierter Biegungswinkel (an der Eintrittsstelle in den Schädel) .	9,45	6,10	12,25	101° 47′ 12″

II. 35 Jahr alte an Pthisis verstorbene Frau.

Arterien.	Maaß in Millimetern.			Winkel.
	Hauptseite.	Nebenseite.	Gegenseite.	
Theilung der Aorta in die beiden Iliacae	16,875	13,55	17,775	70° 30′ 58″
Carotis cerebralis sinistra.				
a. Biegung unmittelbar vor dem Eintritte in den Carotidencanal	9,775	10,50	17,325	117° 21′ 52″
b. Erste (unterste) Biegung im Carotidencanale	10,375	11,10	16,100	97° 4′ 22″
c. Zweite Biegung	8,75	7,65	14,05	117° 44′ 30″
d. Dritte Biegung	6,5	7,475	8,55	78° 32′ 22″
e. Vierte Biegung (an der Eintrittsstelle in den Schädel)	4,35	4,90	6,65	91° 44′ 2″

Alle Gefäße waren, mit Ausnahme der beiden Carotiden, nicht injicirt. Die Seitenwerthe der beiden Carotiden und der Iliacae der Frau sind nach Mitteln mehrfach wiederholter Messungen bestimmt. Bei den Triangulationen selbst befanden sich alle Theile noch in Situ naturali. Die Bestimmungen der Coeliaca und Mesaraica superior gescha-

hen nach Exenteration der Eingeweide, so wie sich die kurzen Arterienstümpfe von selbst gestellt hatten. Auffallend ist es, daß sich alle Winkel mehr oder minder Gradzahlen nähren, welche durch 10 theilbar sind und von diesen um weniger als 3° abweichen. Nur der zweite Biegungswinkel der Carotis des Mannes differirte um etwas mehr als 3°, während der freilich sehr ungewisse Winkel der Mesaraica superior aus dieser ganzen Kategorie hinwegfiele.

Da der gemessene Neigungswinkel der Subclavia gegen die Aorta der Richtung des Blutstromes entgegengesetzt ist, so muß in Betreff der Circulation dessen Ergänzungswinkel in Betracht kommen. Unter diesen Verhältnissen aber bildet der rechtwinklige Abgang der beiden Nierenarterien das Maximum der gemessenen Theilungswinkel. Verhielten sich die Schlagadern wie unsere gewöhnlichen Röhrenleitungen, in welchen Wasser fließt, so würden für 90° ungefähr 0,09 der Druckhöhe verloren gehen, weil der Widerstand von 1 Winkelgrade ungefähr $\frac{1}{1000}$ der Druckkraft fordert [1]). Allein die fast aus Null reducirte Reibung, die Elasticität der Gefäße und die allmälige Vergrößerung der Biegung setzen den Werth noch bedeutend herab, so daß dieses Moment, wie die Hämadynamometerversuche ebenfalls lehren, gewiß sehr unbedeutend ist, Bei den Schlängelungen der Schlagadern dagegen wird der Einfluß trotz der eben erwähnten eigenthümlichen Verhältnisse bedeutender werden. Die drei Biegungen der Carotis im Carotidenkanale des Mannes betrugen nahe an 4 Rechte, nämlich 371° 4′ 40″, die des gleichen Gefäßes im Carotidenkanale der Frau 293° 21′ 14″. Rechnet man noch bei dem Erhenkten den Austritts- und bei dem weiblichen Individuum diesen und den Eintrittswinkel hinzu, so hat man in dem ersteren Falle eine Summe der Bricolenwinkel von 472° 51′ 52″ und für die Frau eine solche von 502° 27′ 8″, also immer zwischen 5 und 6 Rechten. In Röhrenleitungen würden dadurch ungefähr $\frac{2}{5}$ — $\frac{1}{2}$ der Druckhöhen absorbirt werden. Wenn auch in den lebenden Gefäßen der Verlust um vieles geringer ist, so muß er doch jedenfalls bei diesen starken in kurzen Strecken folgenden Biegungen merklicher werden. Da aber die in dem eigentlichen Carotidenkanale eingeschlossenen drei Biegungen, so wie die Eintrittsbiegung der Vertebralis zu allen Momenten des Herzschlages constanter als die Krümmungen anderer freierer Schlagadern des Körpers bleiben müssen, so wird hierdurch die Existenz einer unveränderlicheren Verminderungsgröße des Druckes, unter welchem das Blut in das Gehirn einströmt, in jedem Momente gesichert.

Die Widerstandshöhen von Flüssigkeiten, welche durch Röhrenleitungen 362
laufen oder diejenigen Größen der Druckhöhen, welche nicht sowohl zur Erzeugung der Geschwindigkeit des Fluidum als zur Ueberwältigung der Bewegungshindernisse verwendet werden, verhalten sich umgekehrt wie die Quadrate der Durchmesser und direct wie die Längen der Röhren, durch welche die Flüssigkeit getrieben wird. Ist nun auch wegen der fast auf Null reducirten Reibung und der Elasticität der Schlagadern die Größe der durch sie erzeugten Widerstandshöhe um Vieles kleiner als bei unseren künstlichen hydraulischen Apparaten, so muß sie doch schon merklicher werden, sobald sich die Differenzen der Breite und der Länge in bedeutendem Grade vermehren. In einer so langen und dünnen Arterie wie die Spermatica interna ist, muß das Blut schon etwas langsamer strömen als in einem so dicken und weiten Rohre wie die Nierenschlagader. Gegen die Capillaren hin wird sich die Geschwindigkeit des Blutes aus demselben Grunde um so mehr verkleinern, je mehr sich der Weg verlängert und je enger die Bahnen, durch welche es zu fließen hat, ausfallen.

Mit dem Namen des Pulsschlages oder des Pulses bezeichnet 363
man diejenigen sichtbaren, fühlbaren und hörbaren Veränderungen der Ar-

[1]) Baumgärtner Mechanik S. 108. Die genaueren Berechnungen für diese Fälle siehe Eytelwein Mechanik und Hydraulik. Zweite Aufl. Leipzig. 1823. 8. S. 198 fgg.

terien und der in ihnen enthaltenen Blutmassen, welche durch die Systole der Kammern erzeugt werden. Im Momente der Zusammenziehung der letzteren wird eine neue Blutmenge zunächst in das Schlagadersystem hineingepreßt. Hätte dieses starre und feste Röhrenwandungen, so müßte sich der Stoß augenblicklich fortpflanzen. Es ginge aber einerseits durch die entstehende größere Widerstandshöhe mehr Druckkraft verloren, während anderseits das Blut im Momente der Diastole der Kammern in geringerem Grade centrifugal fortfließen könnte. Durch die elastische Ausdehnung der Arterien im Momente der Systole und die ebenfalls elastische Verengerung derselben in dem Augenblicke der Diastole der Ventrikel wird nicht nur Herzkraft gespart, sondern auch ein mehr gleichförmig beschleunigter Lauf des Blutes erzielt. Bei dem Einschießen des Blutes in dem Momente der Systole aber entsteht eine Wellenbewegung sowohl in dem Blute als in den Arterienwandungen, welche sich längs des ganzen Arteriensystemes nach und nach fortpflanzt, hierzu jedoch, wie jede Mittheilung von Wellen, ein gewisses Quantum von Zeit nöthig hat. Aus diesem Grunde erscheint auch der Pulsschlag in den verschiedenen Körperarterien nicht in demselben Momente wie der Herzschlag, sondern um so später, je entfernter die Arterie von dem Centralorgane des Kreislaufes liegt. An der Carotis, der Temporalis, der Axillaris ist die Distanz von dem Herzen zu gering, als daß dieses Zeitintervall deutlich bestimmt werden könnte. In der Radialis und der Metatarsea aber wird es schon so groß, daß es mit Sicherheit beobachtet und ungefähr auf $1/6$ — $1/7$ Secunde geschätzt werden kann (Weitbrecht, Liskovius, E. H. Weber)[1].

Den sichtbaren Puls beobachten wir am besten an einer an einem lebenden Thiere isolirten Schlagader. Da, wie wir gesehen haben, die Längenstreckung der Arterien bedeutender als die Vergrößerung des Diameters derselben ausfällt, für die Vermehrung des Rauminhaltes aber die erstere in einfacher, die letztere in quadratischer Proportion wächst, so erklärt sich hieraus von selbst, weshalb wir in diesem Falle die Longitudinalausdehnung weit eher als die Vermehrung des Durchmessers der Arterie beobachten (Parry). In Folge der Längenausdehnung müssen angeheftete gerade verlaufende Schlagadern gebogen, gekrümmte dagegen in ihren Krümmungen vermehrt oder in ihren Biegungen verstärkt werden. Es werden dann die letzteren mehr Druckkraft absorbiren.

Was das Fühlen des Pulses betrifft, so legen wir dabei den Finger an eine Schlagader an, damit die in derselben zu Stande kommenden Wellenbewegungen unserer Haut mitgetheilt und durch unsere Tastnerven und unser Gehirn percipirt werden. Am unverletzten Menschen dienen hierzu solche Arterien, wie vor Allem die Radialis, welche einerseits nur von der Haut oder wenigen anderen Hauttheilen bedeckt sind, und die anderseits gegen einen festeren Körper, vorzüglich einen Knochen leise angedrückt werden können. Nun haben wir früher gesehen, daß das Blut in der Radialis

---

[1]) E. H. Weber de pulsu, resorptione, auditu et tactu. Annotationes anatomicae et physiologicae. Lipsiae. 1834. 8. p. 2 fgg.

eines erwachsenen Mannes nur unter einem absoluten Drucke von 6 — 7 Grm. strömt. Wir müssen uns deshalb hüten, durch zu starke Compression diesen Druck zu überwinden und daher die bekannte Regel, daß man bei dem Fühlen des Pulses den Finger nur leise anlegen darf, um nicht die Blutbewegung zu stören, daß aber anderseits die Application von jenem stark genug sein muß, damit dem tastenden Finger alle Wellenbewegungen mitgetheilt würden.

Die Thatsachen, welche bisher über die Blutbewegung in den Arterien und die Beschaffenheit der Wandungen derselben mitgetheilt worden, erläutern auch die mannigfaltigen Pulsarten, welche die Pathologen häufig mehr nach theoretischen logischen Schematismen als nach der Natur unterschieden haben. Eine Reihe derselben entsteht durch Unregelmäßigkeiten des Herzschlages. Im Normalzustande nämlich haben wir ein Zeitinterstitium für das Anschlagen und ein größeres für die Ruhe. Vermindern sich beide Momente, so daß innerhalb einer Minute eine größere Zahl von Pulsschlägen zu Stande kommt, so entsteht der frequente (Pulsus frequens) und im entgegengesetzten Falle der langsame Puls (Pulsus tardus). Dauert das Anschlagen nur kurze Zeit und wiederholt sich in kurzen Intervallen, oder findet das Umgekehrte Statt, so haben wir den mehr auf einer logischen Distinction beruhenden schnellen oder seltenen Puls (Pulus celer et P. rarus). Folgen in regelmäßigen Abtheilungen zwei Schläge rasch auf einander, so bildet sich der zweischlägige (Pulsus dicrotus); ist der eine Schlag größer als der andere, so erzeugt sich der hüpfende Puls (Pulsus caprizans). Verschmilzt der eine Schlag mit dem nachfolgenden oder mischen sich nur einzelne unregelmäßige Doppelschläge ein, so findet sich dann ein sogenannter Pulsus intercurrens. Setzt, wie es häufig nach einer mehr oder minder bestimmten Zahl von Schlägen vorkommt, ein Pulsschlag aus, so bildet dieses den aussetzenden Puls (Pulsus intermittens). Verkleinert sich von einem größeren Pulsschlage an die Intensität der Schläge allmälig so lange, bis wieder ein stärkerer Stoß kommt, so nennt man dieses den Pulsus myurus. Macht er im Ganzen nur den Eindruck eines anhaltenden Zitterns, so haben wir den Pulsus formicans oder den Pulsus tremulus. Erfolgen die Pulsschläge mit ungleicher Stärke oder in ungleichen Zeitabschnitten, so haben wir den ungleichen Puls (Pulsus inaequalis). Der sogenannte starke oder schwache Puls (Pulsus fortis et debilis) ist wahrscheinlich das complicirte Resultat einer Vermehrung oder Verminderung der Blutmenge, einer Abnormität des Herzschlages und der Spannung der Arterienwandungen, welche in einzelne Momente gleichzeitig existiren oder auch nur theilweise auftreten können. Ist die Schlagader sehr weit oder sehr eng, so bildet sich ein großer oder ein kleiner Puls (Pulsus magnus et parvus). Zeigt sie eine große Blutfülle oder das Umgekehrte, so haben wir den vollen oder den leeren Puls (Pulsus plenus et P. vacuus). Schleicht Schlag für Schlag mit einer gewissen Weichheit einher, so bildet sich ein wellenförmiger Puls (Pulsus undulosus). Ist der Puls klein, hart und mit einem gewissen Widerstande in der Succession der Schläge verbunden, so bildet sich der unterdrückte Puls (Pulsus oppressus). Daß zwei Arterien des Körpers innerhalb einer und derselben Zeit eine ungleiche Menge von Pulsschlägen darbieten sollten, ist unmöglich. Daß sie dagegen mit ungleicher Intensität pulsiren (Pulsus differens), kann bei ihrer Contractilität eher gedacht werden [1]. Uebrigens beginnt die praktische Medicin mit Recht, die vielfachen scholastischen Pulsunterscheidungen der älteren Pathologen bei Seite zu legen und sich nur an einige täglich am Krankenbette vorkommende Hauptdifferenzen zu halten.

Daß man den Puls auch durch das Gehör wahrnehmen könne, läßt 364
sich theoretisch nicht bezweifeln und wird auch durch die Erfahrung bestätigt. Setze ich auf die bloßgelegte Carotis des Hundes ein kleines

[1] Ueber die Unterscheidungen und Ursachen der verschiedenartigen Pulsschläge siehe: K. W. Stark allgemeine Pathologie oder allgemeine Naturlehre der Krankheit. Zweite Abtheilung. Leipzig. 1838. 8. S. 982 und J. Budge allgemeine Pathologie als Erfahrungswissenschaft, basirt auf Physiologie. Bern. 1843. S. 135.

zu Vivisectionen dienliches, schon oben (§. 338) beschriebenes Stethoskop auf, so vernahm ich den Doppelschlag des Herzens sehr deutlich. An den meisten Arterien des unverletzten Körpers hören wir keine Töne oder beobachten sie nicht mit hinreichender Deutlichkeit. Dagegen kann man in der Carotis und der Subclavia, wo vielleicht die Nähe der Lungen und der Luftröhre durch ihren Luftinhalt begünstigend einwirken, sehr häufig ein Tönen bestimmt wahrnehmen. Bei Bleichsüchtigen erscheint in der Carotis ein eigenthümliches Geräusch, welches dem eines gedrehten Kreisels ähnlich ist und das man mit dem Namen des Teufel- oder Nonnengeräusches belegt [1]).

365 Eine andere unmittelbar wahrnehmbare Folge des Pulsschlages bilden die leisen Bewegungen, welche die Extremitäten bei gewissen Stellungen darbieten. Legen wir z. B. die Kniekehle des einen Fußes auf die Oberfläche des Kniees des anderen, so wird der erstere in geringem Grade abwechselnd nach vorn und nach hinten bewegt. Der Pulsstoß der Arteria poplitea erzeugt hier die leise Streckung und das Vorrücken des Fußes, während dieser in den Zwischenmomenten zwischen je zwei Pulsschlägen wiederum von selbst zurücksinkt. Ist aber die Excursion am Kniee selbst nur sehr gering, so muß sie natürlicher Weise am Fuße, als einer Verlängerung der bewegten Linie größer und auffallender erscheinen. Aehnliche, jedoch weit schwächere Bewegungen kann man auch an dem Arme wahrnehmen. Am deutlichsten erkennt man diese, wenn man einen Ring, welcher an einem Faden aufgehängt ist, ein Pendel, eine an einem Seile hängende Wage u. dgl. mit den Fingern bei ausgestrecktem oder etwas gebogenem Arme hält (Chevreuil). Der Ring, das Pendel, die Zunge der Wage schwingen unter sonst gleichen Verhältnissen in um so größeren Bogen hin und her, je länger der Faden, an welchem sie hängen, ist. Auch bei Mangel an Muskelbewegungen bleibt das Phänomen nicht aus. Es fehlt dagegen, wenn man die Hand auf eine feste Stütze auflegt. Statt eines Pendels kann man sich auch eines Stabes, einer Feder oder jedes anderen leichteren Theiles, welcher die Schwingungslinie verlängert, bedienen (Behn) [1]).

366 Der Blutlauf durch die Capillargefäße der einzelnen Körperorgane unterscheidet sich auf mehrfache Weise von demjenigen, welcher in den Arterien Statt findet. Aus jeder angeschnittenen größeren, mittleren oder selbst kleineren Arterie fließt das Blut stoßweise hervor. In den Capillaren dagegen strömt es bei kräftigem normalen Herzschlage continuirlich und zwar auf dieselbe Weise, in welcher eine mit gleichförmig beschleunigter Bewegung versehene Flüssigkeit fortgeht. In den kleineren und selbst den kleinsten Arterien ist die Reibung und die Adhäsion noch so gering, daß es zu keiner Bildung einer linearen Schicht von irgend einer Bedeutung kommt, während wir eine solche häufig in den feinsten Blut-

---

1) Ueber diese Arteriengeräusche siehe: Bouillaud Traité clinique des maladies du coeur. Tome I. Paris. 1835. 8. p. 210. und J. Skoda Abhandlung über Percussion und Auscultation. Zweite Auflage. Wien. 1842. S. 198.

2) Behn in Müller's Archiv. 1835. S. 516 — 525.

gefäßnetzen auf auffallende Art wahrnehmen. Endlich wird in den Capillaren durch die dann entstehenden größeren Hindernisse des Durchganges ein Quantum der Druckhöhe und hierdurch ein Theil der absoluten Druckkraft und der Geschwindigkeit absorbirt, so daß daher das Blut in ihnen und in den Venen unter einer schwächeren Ventricularpression vorschreitet.

Der Capillarkreislauf läßt sich unmittelbar unter dem Mikroskope an durchsichtigen Theilen einzelner Thiere beobachten. Hierher gehören z. B. die Flügel der Fledermäuse, die dünnen zwischen den Zehen befindlichen Membranen und das Gekröse einzelner Säugethiere, die Schwimmhaut, die Lungen und das Gekröse der Frösche und anderer Batrachier, der Schwanz der Fische, die Kiemen der Proteus, der Salamander- und der Froschlarven und die durchsichtigeren Theile der Embryonen aller Wirbelthiere, so wie diejenigen Exemplare von ausgebildeten oder embryonalen wirbellosen Geschöpfen, welche sich ihrer Kleinheit und Durchsichtigkeit wegen zu mikroskopischen Untersuchungen eignen. Je ungenirter das Thier, dessen Circulation beobachtet wird, ist, um so mehr ist man vor Störungen und Abnormitäten der Blutbewegung gesichert. Die Batrachier aber haben in dieser Beziehung ihrer großen Blut- und Lymphkörperchen wegen einen wesentlichen Vorzug, insbesondere da zugleich directe Erfahrungen gelehrt haben, daß die wesentlichsten Phänomene ihres Kreislaufes mit denen der Säugethiere übereinstimmen. In wiefern jeder Mensch einige der feineren Blutgefäße seines eigenen Auges, und vielleicht auch Spuren der Capillarcirculation seines eigenen Körpers wahrzunehmen im Stande sei, werden wir in der Physiologie der Sinne kennen lernen.

Betrachten wir nun den Capillarkreislauf in einem mäßig ausge- 367
spannten Froschfuße z. B. unter einer Vergrößerung von 164 im Durchmesser [1]), so sehen wir das Blut in den meisten netzartig sich verbindenden Capillaren in einem continuirlichen gleichförmigen Strome so lebhaft fließen, daß wir häufig die einzelnen Blutkörperchen nicht bestimmt unterscheiden können, sondern daß es den Anschein hat, als bewege sich entweder eine rothe Flüssigkeit überhaupt sehr rasch und geschickt fort oder als strömten rothe Blutkörperchen von unbestimmt elliptischer Gestalt in einer viel helleren und farbloseren Blutflüssigkeit. Je nachdem gerade mehr oder weniger Blutkörperchen durch einen von dem Auge des Beobachters fixirten Punkt eines Gefäßchens hindurchgetrieben werden, um so röther und dunkler oder um so heller und farbloser erscheint dasselbe. An den Seitenrändern einzelner Gefäßchen beobachtet man eine constante oder auch nur momentan auftretende, durchsichtige lineare Schicht, die sogenannte unbewegliche Schicht der Capillaren (§. 51). Bedient man sich einer schwächeren Vergrößerung, z. B. von 102 oder 64 im Durchmesser, so wird die scheinbare Geschwindigkeit des Blutlaufes so sehr verzögert, daß man die einzelnen Blutkörperchen besser unterscheiden kann. Man sieht dann, wie sie je nach der Capacität des Gefäßes bald isolirt hinter einander hergehen, bald zu mehreren neben einander fortschreiten, bald sich gegenseitig drücken und sich nach Aufhören des Druckes elastisch ausdehnen. Erlaubt es der Durchmesser des Gefäßchens, so stellt sie nicht selten die Kraft des Stromes in Verhältniß zur Longitudinalachse des Capillarästchens schief

[1]) Abgesehen von älteren Apparaten, so beschreibt z. B. R. Wagner in seinem Lehrbuche der Physiologie. Zweite Abtheilung. Leipzig. 1840. 8. S. 187. 88. einen eigenen Froschhalter. Eben so schildert eine zu diesem Zwecke dienende Büchse C. Emmert in seinen **Beiträgen zur Pathologie und Therapie. Heft I. Bern. 1842. 8. S. 45.**

bis quer. Durch dünnere Zweigchen werden sie meistentheils so durchgepreßt, daß ihre Längenachse der des Gefäßes parallel geht oder mit ihr zusammenfällt, oder sie nur unter einem kleinen schiefen Winkel schneidet. Wo eine constante lineare oder unbewegliche Schicht zu beiden Seiten des Capillarästchens existirt, drängen sich zwar öfters, jedoch immer nur ausnahmsweise ein oder mehrere Blutkörperchen in diese hinein und fließen momentan dicht an der Wandung. Meistentheils werden sie aber auch bald hier fortgerissen und folgen der stärkeren centralen Strömung. Da sich die Capillaren überall netzförmig verbinden, so stoßen jeden Augenblick die Blutkörperchen verschiedener Zweigchen zusammen und laufen dann mit diesen vermengt weiter. Häufig kreist das Blut in benachbarten Gefäßchen mit mehr oder minder ungleicher Geschwindigkeit, oder es schreitet die Circulation in dem einen langsamer fort und wird erst lebhafter, nachdem sich ihm der Stoß benachbarter in ihn einmündender Gefäße mitgetheilt hat. Da endlich die Strömung in der beiderseits befindlichen unbeweglichen Schicht um Vieles langsamer als in dem Centrum des Gefäßchens ist, so schreiten auch diejenigen Körperchen, welche in die lineare Schicht gelangen, mit verzögerter Geschwindigkeit fort. Am häufigsten sehen wir dieses an den sogenannten Lymphkörperchen des Blutes, welche sich sehr oft wegen ihrer kugeligen Form und ihres größeren specifischen Gewichtes in die lineare Schicht begeben und hier um Vieles langsamer als die Blutkörperchen dahinrollen. Gelangen die letzteren in diese lineare Lage, so ruhen sie entweder oder wackeln, durch den centralen Strom erschüttert, hin und her. Diese letztere Bewegung verstärkt sich so lange, bis sie in den rascheren centralen Fluß hineingerissen werden. Alle diese Erscheinungen kehren im Wesentlichen auch bei der Beobachtung des Kreislaufes in anderen Theilen wieder; nur daß natürlich je nach der Form der Capillarnetze, je nach der Größe des zur Bloßlegung derselben nothwendigen Eingriffes und je nach Verschiedenheit der individuellen Verhältnisse des Thieres und der äußeren Umstände untergeordnete Unterschiede zum Vorschein kommen.

Um den Kreislauf in dem Froschfuße zu sehen, braucht man diesen nur in dem Emmertschen Froschhalter auszuspannen. Die Circulation geht dann Stunden lang in ruhiger Weise vor sich. Behufs der Beobachtung derselben in den Lungen während des Athmungsactes macht man seitlich an dem Vordertheile des Frosches, der Lage der Lunge entsprechend, einen Einschnitt. Durch die Athembewegungen tritt dann die Lunge meist von selbst hervor. Nun bindet man den Frosch in ein Leinwandläppchen, welches einen Schlitz hat, so ein, daß das Athmungsorgan durch diesen hindurchtritt und legt dasselbe dann unter den Focus des Mikroskops. Bei der großen Menge der hier sich netzförmig verbindenden Capillaren stellt sich in diesem Theile das Phänomen am prachtvollsten dar. Vorzüglich häufig kann man dann das gegenseitige Durchdrängen der Blutkörperchen, wobei sie oft zusammengedrückt werden, sich verlängern und nach dem Aufhören des verengten Raumes erweitern und elastisch in ihre alte Form zurückspringen, wahrnehmen. Die lineare Schicht ist hier nicht selten so fein, daß sie nur wie ein sehr dünner Faden auftritt. In dem Gekröse kann die Circulation nur mittelst einer sehr grausamen Operation beobachtet werden. Man öffnet den Unterleib, zieht eine Darmschlinge mit ihrem Mesenterium hervor, breitet sie auf einem Glastäfelchen aus und sticht den Darm an eine benachbarte Korkplatte mit Nadeln an. Abgesehen davon, daß man das Kreislaufphänomen in anderen Theilen ohne eine so große

Thierquälerei und zwar schöner wahrzunehmen vermag, hat diese Untersuchungsweise noch den wesentlichen Nachtheil, daß die Circulation sehr leicht mehr oder minder unregelmäßig wird und daß man eine geringere Anzahl von Capillaren und eine größere von kleinen Arterien und Venen zur Ansicht erhält. Nur die Verhältnisse der unbeweglichen Schicht und das Dahinrollen der Lymphkörnchen des Blutes sind hier oft sehr gut zu studiren. Bei erwachsenen Tritonen und Salamandern verfährt man wie bei den Fröschen. Bei Fischen bedarf es zur Wahrnehmung der Circulation in ihrem Schwanze, sobald sie nur klein genug sind, keiner besonderen Vorbereitung. Bei den einzelnen Säugethieren, z. B. Mäusen, neugebornen Kaninchen, ist man meist auf die Präparation des Gekröses, wie bei den Fröschen, angewiesen. Sonst eignen sich hier zu Beobachtungen der Art nur die dünneren Stellen der Flügel der Fledermäuse, der Ohren der Kaninchen u. dgl. Die Keimhaut von Vogelembryonen zeigt häufig die Capillarcirculation sehr schön, vorzüglich wenn man die Theile mit lauwarmem Wasser befeuchtet. Unmittelbar sieht man auch den Blutlauf in dem Schwanze, den Kiemen, den Extremitäten der Frosch- und Salamanderlarven auf eine sehr befriedigende Weise. Um das störende Umherspringen dieser kleinen Geschöpfe zu verhüten, ist es das Zweckmäßigste, den größten Theil ihres Körpers mit durchfeuchtetem Löschpapier zu umwickeln.

So lange der Kreislauf normal vor sich geht, sieht man unter dem 368
Mikroskope, daß die Blutkörperchen scheinbar sehr rasch dahingetrieben werden. Nun würde aber irren, wenn man sich hierdurch zu der Ansicht verleiten ließe, daß die Capillarcirculation wahrhaft so schnell erfolge. Die numerische Bestimmung der Geschwindigkeit einer Bewegung bildet der durchlaufene Weg dividirt durch die zu diesem gebrauchte Zeit. Wenn z. B. ein Körper in 3 Secunden 6 Linien durchläuft, so ist dessen Geschwindigkeit $^6/_3 = 2$ Linien in der Secunde. Betrachten wir ihn aber z. B. unter einer 20fachen Mikroskopvergrößerung, so wird sein Weg $20 \times 6 = 120$ Linien zu sein scheinen, während die Zeit dieselbe bleibt. Wir erhalten daher eine scheinbare Geschwindigkeit von $^{120}/_3 = 40$ Linien. Hieraus folgt dann von selbst, daß jede unter dem Mikroskope gesehene Bewegung um so viel Mal rascher erscheinen wird, als die Durchmesservergrößerung der angewandten Linsen beträgt. Dieses erklärt auch, weshalb sich uns die Capillarcirculation um so schneller darstellt, je stärker vergrößert wir sie betrachten. An dem Schwanze von Froschlarven (von E. H. und Ed. Weber)[1] angestellte Untersuchungen lehrten sogar, daß die wahre Bewegung des Blutes in den Capillaren so gering ist, daß wir sie mit freiem Auge nur theilweise oder kaum verfolgen könnten. In der einen Versuchsreihe ergab sich eine Geschwindigkeit von 0,200, in einer zweiten eine solche von 0,282 und in einer dritten eine solche von 0,280, im Mittel also eine Schnelligkeit von 0,254 pariser Linie. Ich wiederholte diese Versuche an der Schwimmhaut erwachsener Frösche und gelangte zu ähnlichen Resultaten. Zur Bestimmung der durchlaufenen Distanz legte ich entweder ein geeignetes Glasmikrometer in das Diaphragma des Oculares oder bediente mich hierzu der drei parallelen Mikrometerfäden, welche in den neueren Schieck'schen Mikroskopen angebracht sind. Da die bloße Abzählung und Schätzung der Secunden zu ungenügende Werthe geliefert hätte, so bestimmte ein Gehilfe die Zahl der Schläge einer Uhr, welche sich in einer jeden Minute 140 Mal wieder-

[1] Müller's Archiv. 1838. S. 466.

holten. Für zwei weibliche Frösche, welche der Brunstzeit nahe waren, ergab sich in der Schwimmhaut des Fußes:

	Gefäße.	Zahl der Beobachtungen.	Geschwindigkeit in der Secunde in pariser Linien.		
			Maximum.	Minimum.	Medium.
I. a. Erster Frosch.	1. feinere Capillaren . .	4	0,193	0,0966	0,129
	2. Desgleichen	2	0,0902	0,0752	0,0827
	Mittel	—	0,1416	0,0859	0,1058
II. b. Zweiter Frosch.	1. Feinere Capillaren .	5	0,4906	0,2920	0,3114
	2. Desgleichen	5	0,4906	0,2920	0,33
	3. Desgleichen	4	0,4906	0,3894	0,3594
	4. Desgleichen	4	—	—	0,38
	Mittel	—	0,4906	0,3245	0,3452
	Mittel aus den Beobachtungen an beiden Fröschen .	—	0,3161	0,2052	0,2255
I. c. Erster Frosch	Kleinere Vene	3	0,1355	0,1129	0,1273
I. d. Zweiter Frosch.	Desgleichen	4	—	—	0,38
	Mittel	—	—	—	0,2536

Bei dem ersteren Frosche betrug der durchlaufene Raum 0,145, bei dem letzteren 0,5 pariser Linie. Alle angegebenen Zahlen sind erst nach den für diese Räume gefundenen Zeitwerthen berechnet. Immer suchte ich die Gefäßchen so zu legen, daß sie möglichst horizontal durch das Gesichtsfeld gingen. Da dieses jedoch bei dem gebogenen Verlaufe der Capillaren nie ganz möglich ist, so muß deshalb die wahre Geschwindigkeit etwas größer sein als die oben angeführten Werthe anzeigen. Ueberhaupt sind diese immer nur bloße Schätzungszahlen, die noch innerhalb sehr bedeutender Grenzen abweichen können, und nie definitive Werthe, weil es unendlich schwer ist, den Ein- und Austritt eines und desselben Blutkörperchens aus der abgesteckten Bahn scharf aufzufassen und weil das Annonciren des Beobachters und die Zeitbestimmung des Gehilfen ebenfalls sehr leicht wesentliche Irrthümer hervorrufen. Aus diesem Grunde dürften auch nur die Mittelzahlen aus beiden Fröschen und auch diese bloß als ungefähre Bestimmungen zu gebrauchen sein.

Hiernach schwankte die mittlere Geschwindigkeit des Blutlaufes in den Capillaren zwischen 0,2052 bis 0,3161 oder zwischen ungefähr 1/5 bis 1/3 Linie in der Secunde. Es ergäbe sich alsdann für die Minute 1 pariser Zoll 0,312 Linien bis 1 Zoll 6,966 Linien oder ungefähr 1 bis 1½ pariser Zoll. Nach der gefundenen Mittelzahl = 0,2255 Linien für die Secunde hätten wir 1 Zoll 1,53 pariser Linie = 1 schweizer Zoll 1,475 Linie = 3,4425 oder ungefähr 3½ Centimeter. In der kleineren Vene wurde die Geschwindigkeit aus Ursachen, die wir später kennen lernen werden, bedeutender. Denn während bei dem ersteren Thiere die Capillaren eine mittlere Schnelligkeit von 0,1058 pariser Linie in der Secunde darboten, zeigte die

kleinere Vene eine solche von 0,1273 Linie, also ungefähr $\frac{1}{5}$ mehr. Bei dem zweiten Thiere haben wir für die Capillaren 0,3452, für die Vene 0,38 pariser Linie, mithin $\frac{1}{9}$ — $\frac{1}{10}$ mehr. Im Durchschnitt verhielte sich die Geschwindigkeit der beobachteten Capillaren zu der der beiden untersuchten kleinen Venenzweigchen = 0,2255 : 0,2536 = 1 : 1,124612. Oder die Schnelligkeit in den kleineren Venen war ungefähr $\frac{1}{8}$ größer als in den untersuchten Capillaren. Da nun aber diese z. B. unter einer 80fachen Durchmesservergrößerung 80 Mal so groß erscheint, so erklärt sich hieraus, warum uns bei der unmittelbaren mikroskopischen Beobachtung die Schnelligkeit in den kleinen Arterien und Venen im Verhältniß zu den Capillaren so auffallend vermehrt vorkommt.

E. H. und Ed. Weber haben auch noch die Geschwindigkeit des Dahinrollens der Lymphkörperchen des Blutes in dem Schwanze der Froschlarven numerisch zu bestimmen versucht. Bei der einen Beobachtungsreihe erhielten sie 0,0147, bei einer zweiten dagegen 0,027, also im Mittel 0,02085 oder beinahe genau $\frac{1}{48}$ pariser Linie für die Secunde. Für die Stunde hätten wir dann 1,251 oder $1\frac{1}{4}$ pariser Linie. Da aber die mittlere Geschwindigkeit des Capillarkreislaufes der Froschlarven nach denselben Beobachtern 0,254 pariser Linie für die Secunde betrug, so haben wir für die Schnelligkeit der Lymphkörperchen zu der der Blutkörperchen die Proportion = 0,02085 : 0,254 = 1 : 12,1822. Oder die Lymphkörperchen des Blutes würden in der linearen Schicht ungefähr 12 Mal so langsam dahinrollen als die Blutkörperchen in dem centralen Blutstrome fließen. Es ergiebt sich von selbst, daß dieses nur äußerst vage Schätzungswerthe sind. Dagegen weicht das von Weber erhaltene Mittel von dem von mir gefundenen so wenig ab, daß man annehmen kann, daß sich die wahre mittlere Geschwindigkeit des Blutlaufes in dem Schwanze der Froschlarven von der in der Schwimmhaut des erwachsenen Frosches im Ganzen nur auf untergeordnete Weise unterscheidet. 369

Auf den ersten Blick scheint diese bedeutende Langsamkeit des Capillarkreislaufes mit denjenigen Thatsachen, welche man in Betreff der Zeit der Vollendung je einer Circulation in dem Körper gewonnen hat, unvereinbar zu sein. Man weiß nämlich, daß das Blut unter den normalen Verhältnissen in viel weniger als zwei Minuten durch den Körper strömt. Nun geben zwei Minuten für den Capillarkreislauf des Frosches nach den obigen Daten nur 2 pariser Zoll 0,624 Linie bis 3 Zoll 1,932 Linie oder, wenn wir uns an den gefundenen Mittelwerth halten, 2 pariser Zoll 3,06 Linie = 2 schweizer Zoll 2,950 Linie = 6,885 Centimeter. Mag auch die Capillarcirculation der Säugethiere etwas schneller als die des Frosches vor sich gehen, so ist doch der Unterschied in keinem Falle so bedeutend, daß dann das Blut innerhalb 2 Minuten die Strecke der ganzen Leber oder irgend eines anderen größeren Organes durchlaufen könnte. Allein diese ganze Bedenklichkeit löst sich von selbst, wenn wir die Anordnung der Capillaren im Körper in Betracht ziehen. Nirgends nämlich besteht die Blutgefäßverbreitung aus größeren Strecken von Capillaren feinster Art, sondern die letzteren gehen immer nach sehr kleinen Entfernungen in 370

größere Arterien- und Venenstämmchen, diese bald in noch größere Gefäße über. Für die Verzögerung der Geschwindigkeit in den Capillaren sind aber zwei Hauptmomente von Einfluß, nämlich 1) der Umstand, daß durch die größere Zahl der dünnsten Röhren das Flußbett der Strömung und 2) daß durch die Feinheit derselben die Reibung vergrößert wird. Beide Momente stehen auf fast unzweifelhafte Weise in umgekehrtem Verhältnisse der Quadrate der Durchmesser der kleinen Gefäße und treten in den größeren Stämmen immer mehr zurück. Es fließt daher ein jedes Molecül Blut bei jedem Kreislaufe nur wenige Secunden auf eine so äußerst langsame Weise, erhält aber wieder eine um so mehr beschleunigte Geschwindigkeit, in je größere Venenstämme es gelangt. Da nun diese so träge Strömung, welche auch ein sehr geringes absolutes Druckgewicht voraussetzt, wie wir sehen werden, für die Verhältnisse der Absonderungen und der Ernährung von wesentlicher Wichtigkeit ist, so haben wir hier wiederum statt einer scheinbaren Paradoxie eine höchst weise, zu anderen Zwecken des Organismus bestimmte Anordnung.

371 Die Wandungen der Capillaren zeichnen sich durch ein größeres Zusammenziehungsvermögen und durch eine bedeutendere Reizempfänglichkeit auf eine eigenthümliche Weise aus. Trennt man z. B. einen lebendigen Theil los und hat sich das Capillarröhrchen seines Blutes vollständig entledigt, so verengert es sich häufig bis zu gänzlichem oder fast vollkommenem Verschwinden seines Lumen. Gerinnt dagegen das Blut in ihm oder bleibt dieses aus irgend einer anderen Ursache in ihm eingeschlossen, so behält es die seinem Inhalte entsprechende Capacität bei. Deshalb lassen sich die Capillaren, welche ihr Blut zurückbehalten haben, selbst ohne künstliche Einspritzung sehr gut studiren, während sie sonst bis zum Unkenntlichwerden verschwinden. Auch im Leben ändern die feinsten Blutgefäße nach Verschiedenheit der äußeren Einwirkung ihre Durchmessergrößen, indem sie sich bald zusammenziehen, bald erweitern. Schon eine normale Mesenterialschlagader der Feuerkröte contrahirt sich durch Einwirkung des kalten Wassers binnen 10 — 15 Minuten um das 2 — 3fache ihres Durchmessers und dehnt sich später bis zu ihrem alten Lumen wieder aus. (Schwann)[1]. Bei den Capillaren treten ähnliche Verhältnisse und bisweilen selbst noch in größerem Maaßstabe ein. Im allgemeinen bewirken hier leichtere Reize Contractilitäts-, stärkere Expansionserscheinungen. In dem ersteren Falle haben wir dann eine beschleunigte, in letzterem eine verzögerte Geschwindigkeit des Blutlaufes. Nun muß diese unter sonst gleichen Verhältnissen um so kleiner werden, je mehr sich die Gefäße erweitern. Das Blut aber erhält nur durch seine fortwährende Bewegung seine constante Mischung. Sobald es ruht, verändert es sich. Sein Faserstoff gerinnt und sein Blutfarbestoff zieht sich theilweise aus. Wenn daher die Vergrößerung der Capillaren einen gewissen Grad und der Kreislauf selbst eine gewisse Langsamkeit erreicht hat, so stockt das Blut in den Gefäßen, gerinnt später und bietet eine in ihren Elementartheilen unbestimmtere rothe

---

1) Joh. Müller Physiologie. Vierte Auflage. Bd. I. S. 170.

Masse dar. In dieser haben wir dann rothe Coagula, welche theils veränderte Blutkörperchen, theils farblose Kerntheile einschließen. Je länger der Gerinnungszustand dauert, um so mehr nimmt die Zahl der letzteren Gebilde zu. Es entstehen eigenthümliche, farblosere bis gelblich gefärbte körnige Kugeln, die man mit dem Namen der zusammengesetzten Entzündungskugeln bezeichnet hat (Gluge) [1]).

Die größere Contractilität der Capillaren ist nach dem, was oben über die Eigenschaften der Arterienwandungen angeführt worden, leicht erklärlich. Wir haben gesehen, daß diese eine Mischung von contractilen und elastischen Fasern enthielten und daß die ersteren weiter nach innen, die letzteren weiter nach außen vorherrschten. Je kleiner das Caliber einer Arterie und je dünner die Wandung derselben wird, um so weniger tritt das elastische Gewebe hervor. Gehen endlich die kleinsten Schlagadern in die Capillaren über, so herrschen deren contractile Elemente noch mehr über die elastischen vor. Daher sich die so leichten Durchmesserveränderungen der feinsten Blutgefäßnetze von selbst erläutern.

Schon bei völliger Integrität des Kreislaufes treten bisweilen an 372
einzelnen Stellen, wo zwei oder mehrere Capillarzweigchen zusammenstoßen, untergeordnete Unregelmäßigkeiten des Kreislaufes ein. Statt daß alle Blutkörperchen in den neuen Strom einschießen, stocken eines oder mehrere, bewegen sich hin und her und werden erst später von dem regulären Strome wiederum fortgeführt. Bisweilen ruht auch der Kreislauf in einem Capillarästchen momentan gänglich. Durch das Anstoßen benachbarter Ströme beginnt dann allmälig eine leise, bisweilen etwas aussetzende und später gleichförmiger werdende Bewegung, welche sich nach und nach immer mehr verstärkt, bis sie endlich die entsprechende normale Geschwindigkeit erlangt. Ist die Bewegung, welche auf diese Weise durch die als eine vis a tergo wirkende Kraft eines benachbarten hinteren Stromes entsteht, noch schwach, so hat die Flüssigkeit nicht Kraft genug gleichzeitig mit einem stärkeren Strome in ein vorderes Gefäßchen einzuschießen. Seine Blutkörperchen werden daher noch bisweilen momentan zurückgestoßen und schreiten erst, wenn die Strömung stärker geworden, vollständig fort. Hat die Stockung längere Zeit gedauert, so beginnt die stoßende Bewegung zuerst an dem Endtheile, welcher mit benachbarten thätigen Strömen in Verbindung ist. Hier lösen sich bisweilen einzelne Blutkörperchen los. Die Oscillation dehnt sich dann immer weiter in dem gestoßenen Gefäßchen aus und wird dabei nicht selten pulsatorisch. Erstreckt sie sich endlich über die ganze Blutsäule, so ist der Proceß, durch welchen der Blutlauf wieder hergestellt wird, derselbe wie der, welcher in Betreff der schächeren Stockungen beschrieben worden.

Außer diesen leichteren Eingriffen, welche schnell auftreten und sich 373
binnen Kurzem ausgleichen, können noch andere größere Momente tiefere Störungen des Kreislaufes bewirken. 1) Der Mangel der nothwendigen Durchfeuchtung verzögert die Circulation oder bringt dieselbe zum Stocken. Im ersteren Falle erscheint der Strom in den feineren Blutgefäßnetzen langsamer und wird häufig pulsatorisch, während die Strömung in den

[1]) G. Gluge anatomisch-mikroskopische Untersuchungen zur allgemeinen und speciellen Pathologie. Heft I. Minden. 1839. 8. S. 11.

größeren arteriellen und venösen Gefäßchen noch rascher und continuirlich erfolgt. Wo Biegungen und Einmündungsstellen existiren, wo also größere Hindernisse vorhanden sind, stocken die Blutkörperchen momentan oder rücken stoßweise und schwankend fort, als besönnen sie sich gleichsam, in welches der Anastomosenzweigchen sie eintreten sollten. Noch bedeutender sind

2) die Wirkungen eines bedeutenderen Druckes. Schon die bloße Zusammenziehung der Muskeln kann die Circulation in den benachbarten Capillaren momentan stören. Spannt man aber z. B. die Haut des Froschfußes mäßig stark, jedoch etwas über das normale Maaß aus, so verlangsamt sich der Blutlauf in den am meisten getroffenen Gefäßnetzen auf eine sehr bedeutende Weise. Man sieht oft in ihnen sparsamere Blutkörperchen, welche nur schwächer und stoßweise fortgetrieben werden. Die größere Menge derselben durchläuft die benachbarten Strömchen, in welchen die Circulation mit bedeutenderer Schnelligkeit vor sich geht. Daher auch jene Capillaren mit geschwächter Circulation schwerer kenntlich werden. Manche von ihnen führen stellenweise bloße helle Blutflüssigkeit und können deshalb nur an den Begrenzungslinien ihrer Wandungen wahrgenommen, sonst dagegen sehr leicht übersehen werden. Zu starker Druck bringt die Capillarcirculation plötzlich in Stocken. Die röthlichen Blutkörperchen füllen dann dicht an einander gelagert das ganze Gefäßchen oder einen Theil desselben aus, legen sich leicht mit ihren platteren Flächen mehr oder minder an einander und bedingen es, daß der entsprechende Gefäßtheil wie mit einer rothen, mehr unbestimmten Masse erfüllt erscheint. So z. B. ereignet es sich häufig bei der Beobachtung der Capillarcirculation im Schwanze der Froschlarven, daß der gesammte Blutlauf, wenn die Thiere mit ihrem Schwanze heftig gegen die unterliegende Glasplatte geschlagen haben, plötzlich still steht. Comprimirt man endlich ein Glied, an welchem man die Untersuchung anstellt, durch eine Ligatur oder durch eine andere Vorrichtung auf bedeutendere Weise, so beobachtet man diese Stockungen und die in Folge derselben sich bildenden rothen Streifen in stärkerem Maaße. Bei schwacher Zusammenschnürung erfolgt die Bewegung langsamer und ruckweise. 3) Schon der bloße Reiz der Luft erzeugt leicht solche Phänomene, wie sie als die Vorläufer der vollkommenen Stockung schon oben beschrieben wurden. Daher wird auch der Kreislauf in dem Gekröse sehr leicht unregelmäßig. 4) Nur bei bedeutenden Graden von Blutverlusten scheint eine Verzögerung des Capillarkreislaufes einzutreten. Nach geringeren Abnahmen der Blutmengen bleibt die Circulation unverändert, oder sie kann selbst noch theilweise beschleunigt sein.

5) Kälte bringt das Blut leicht zum Stocken. Legt man z. B. die Schwimmhaut eines Frosches auf ein Stück Eis, so beschleunigt sich der Kreislauf bisweilen momentan oder erscheint auch unverändert. Bald aber geht das Blut in einzelnen Capillaren langsam, indem es in anderen schon gänzlich stockt. Während des Mittelstadium wird die Bewegung pulsatorisch, rückt in dem Capillarnetze mit jeder Systole des Herzens stoßweise vor und fährt im Momente der Diastole um eine geringe Entfernung zurück. Deutlicher noch und auffallender sieht man dieselbe Er-

scheinung in den kleinen Arterien, in welchen das Blut durch die Zusammenziehung der Kammer schnell und bedeutend vorwärts fließt, während der Ausdehnung derselben entweder einmal oder mit einem kurzen Zwischenintervall der Ruhe zwei Mal zurückrückt. Bisweilen beschleunigt die Anwendung von Eis den Kreislauf auf anhaltende Weise. Dieser störenden Einwirkung der Kälte wegen muß man auch die Theile von Säugethieren, in welchen man den Kreislauf beobachten will, mit lauem Wasser befeuchten und die Benetzung von Zeit zu Zeit wiederholen. 6) Taucht man dann denselben Froschfuß in kochendes Wasser, so kann man nach Verschiedenheit der Stellen die mannigfachen Wirkungen der Hitze wahrnehmen. An einzelnen Punkten erscheinen die Capillaren unverändert oder verengt, während das Blut durch sie mit beschleunigter Geschwindigkeit hindurchströmt; an anderen sind sie hell und offen, an anderen mit stockendem Blute angefüllt. Durch manche kreist verhältnißmäßig sehr viel Blutflüssigkeit mit sehr wenig Blutkörperchen; durch andere strömt eine größere Menge der letzteren. Verbrennt man ein Stück der Schwimmhaut, so steht das Blut in den Capillaren der Brandstelle und der nächsten Umgebung derselben still. Aus den durch die Ausdehnung zerrissenen, nicht aber angebrannten Gefäßen tritt Blut aus, welches bald gerinnt. In der Umgebung der Brandstelle aber haben wir eine beschleunigte Circulation. Diese erscheint oft scharf begrenzt, so daß die Flüssigkeit in Capillaren, welche unmittelbar an die mit schneller Strömung stoßen, stockt, und daß hier nur helle weiße oder mit Blut gefüllte Streifen erscheinen. Bisweilen geht die Circulation in einem Nebenzweigchen der Grenzlinie langsamer oder pulsatorisch vor sich oder hört nur momentan auf. Endlich wirken 7) die verschiedenen chemischen Stoffe, wie Alkohol, Aether, Säuren, Alkalien, Auflösungen von Salzen und dgl. einerseits durch ihre chemische Verwandtschaft mit dem Blute und anderseits entweder reizend oder lähmend ein, so daß dann eine Beschleunigung oder eine Stockung der Capillarcirculation zu Stande kommt. Die letztere findet bei den stärkeren Concentrationsgraden auf der Stelle Statt. Natürlicher Weise aber zeigen diese Stoffe eine unendliche Reihe von Uebergangsstufen, welche keine allgemeine Beschreibung gestatten.

Gerade die Capillarcirculation schien früher die meisten Verhältnisse, welche eine rein hydraulische Auffassung des Kreislaufes unmöglich machten, darzubieten. Allein genauere Studien belehrten, daß nach unseren gegenwärtigen Kenntnissen kein einziges Phänomen hier existirt, welches gegen die richtige mechanische Kreislaufstheorie spräche. So stützte man sich zuvörderst auf die Thatsache, daß das Blut in den Capillaren eines frisch abgeschnittenen Froschfußes, wo es also von der Stoßkraft des Herzens befreit ist, fortfließt. Allein gerade die näheren Verhältnisse dieser Erscheinung zeigen deutlich, daß nur die Stoßkraft des Herzens der ursprüngliche Hebel des Blutlaufes sei. Aus einem losgeschnittenen Theile fließt das Blut so lange aus, als nicht die offenen Gefäßmündungen durch coagulirtes Blut oder auf irgend eine andere Weise verschlossen sind. Da sich, wie wir gesehen, Capillaren, welche nicht mehr den Druck des Blutes auszuhalten haben, zusammenziehen, so müssen sie hierdurch schon das Ausströmen der Flüssigkeit unterstützen. Binden wir die freien Enden des abgeschnittenen Theiles zu, so hört auch die Circulation in den entsprechenden Capillaren bald auf. Daß diese nur ein bloßes unregelmäßiges Ausfließen sei, lehrt schon der Umstand, daß wir in amputirten Theilen keinen regulären Kreislauf haben, sondern daß auch das Blut in den kleineren Arterien und den zunächst

daran stoßenden Capillaren nicht selten centripetal fließt. Wenn nun aber die Capillaren einen hohen Grad von Contractilität darbieten, so ist dieses im Allgemeinen nur eine Eigenschaft, die sie mit den Arterien- und den Venen theilen und deren Ursachen schon oben erläutert wurden. Bei den Schlagadern tritt nur die Zusammenziehungsfähigkeit vor der Elasticität, bei den Blutadern vor der Dehnbarkeit mehr zurück. Was endlich früher von einer selbstständigen Bewegung des Blutes in den Capillaren und vorzüglich von einem thierischen Leben der Blutkörperchen, einem Vergleiche derselben mit Infusorien häufig angeführt worden, gehört, wie genauere mikroskopische Beobachtungen vielfach erwiesen haben, einer mehr dichterischen und spielenden als wissenschaftlichen und ernsten Auffassung der Kreislaufverhältnisse an.

Daß der Blutlauf einzig und allein bei einer gewissen Schnelligkeit der Circulation in den Capillaren continuirlich oder anhaltend beschleunigt vor sich gehe, lehrt der Umstand, daß er in der Regel bei Erweiterung derselben und der dann folgenden Verlangsamung der Strömung pulsatorisch wird. Im Normalzustande verschwindet der Pulsschlag für das freie Auge und das Gefühl schon in den kleineren Arterien. Dagegen erkennen wir ihn hier noch an den Blutsäulen unter dem Mikroskope. An den kleinsten Arterien wird er aber auch dann immer unkenntlicher, und allmälig verwandelt sich die Strömung dicht vor oder bei dem Uebergange in die Capillaren in eine durchaus continuirliche. So bleibt sie auch in den feinsten Blutgefäßnetzen und trotz der vermehrten Schnelligkeit des Flusses und der Leichtigkeit des Durchganges in den kleineren und den größeren Venen. Bei dem geringsten Hindernisse in den feinsten Blutgefäßen tritt aber wieder die Pulsation hervor. Ein anderes Moment, um diese zu erzeugen, liegt in der Langsamkeit oder der geringeren Zahl der Herzschläge. Bleiben diese momentan aus oder ist das Intervall zwischen zwei Pulsschlägen zu groß, so haben wir die klopfende Bewegung in den Capillaren, ja selbst in einem Theile der unter dem Mikroskope sichtbaren Venen. Diese Thatsache leitet auf die Erklärung (von Joh. Müller), daß der continuirliche Blutstrom in den Capillaren durch die Summation der einzelnen Pulsstöße entstehe. Wir haben gesehen, daß es durch die Elasticität der Arterienwandungen bedingt wurde, daß mit jeder Zusammenziehung der Ventrikel Wellenbewegungen sowohl in dem Blute als in den Arterienwandungen auftraten, sich von Stelle zu Stelle fortpflanzten und so den Puls erzeugten. Diese Mittheilung des Stoßes muß aber besonders für die Flüssigkeit um so schwerer sein, je kleiner die Gefäßchen und je größer der Reibungswiderstand ist. Es wird daher bei der Schnelligkeit, mit welcher die Herzschläge auf einander folgen, eine Summation der einzelnen Stöße, d. h. eine continuirliche Strömung statt einer ausgesprochenen pulsatorischen entstehen. Jene ist jedoch nur dann möglich, wenn das Blut frei durch die Capillaren fließen kann. Stockt eine Säule in einem Gefäßchen, so setzt diese einen so großen Widerstand entgegen, daß keine Summation der Stöße möglich ist, sondern daß die benachbarte Masse wie gegen einen festen Körper anprallt und so der Choc wieder hervortritt. Man sieht aber hieraus, daß es dabei im Ganzen wenig auf die Entfernung vom Herzen ankommt, sondern daß eine gleichförmig beschleunigte Blutbewegung auch in den dem Centralorgane des Kreislaufes zunächst gelegenen Capillaren auftreten muß. Daß bei größerer Langsamkeit der Herzschläge keine Summation der Stöße eintreten kann, daß daher auch die Capillaren pulsiren müssen, erhellt von selbst.

Die größere Schnelligkeit der Blutbewegung in verengten und die geringere in erweiterten Blutgefäßen hat ihre einfachen hydraulischen Ursachen. Bei der Betrachtung der Capillaren überzeugt man sich leicht, daß die Summe der Lumina derselben größer ist als das Lumen der kleinen Arterie, aus welcher sie entspringen, oder der kleinen Vene, in welche sie übergehen. Dasselbe Gesetz findet zwar auch schon bei den Verzweigungen der größeren Gefäßstämme Statt, erreicht aber, wie man bei der Vergleichung sieht, in den Capillaren ihr Maximum. Es muß daher das Flußbett des Blutes von der Lungenarterie und der Aorta aus immer vergrößert werden. Es wird dann in den feinsten Blutgefäßnetzen seine bedeutendste Ausdehnung erreichen und sich in den Venen, so weit es nur von den genannten Verhältnissen abhängt, bis zu den Einmündungsstellen in das Herz immer mehr verkleinern. Nun geht bei einem Flusse unter sonst gleichen Verhältnissen durch jeden seiner Querschnitte innerhalb derselben Zeit gleich viel Wasser. Wird daher das Flußbett breiter, so geschieht dieses dann natürlicher Weise auf Kosten der Geschwindigkeit und umgekehrt. Hieraus folgt aber von selbst, daß die Geschwindigkeit

der Blutbewegung nach den Capillaren hin abnehmen, hier ihr Minimum erreichen und, abgesehen von anderen Verhältnissen, nach den Venen zu wieder zunehmen muß. Verengern sich aber die Capillarnetze, so wird hierdurch das Flußbett verringert und die Geschwindigkeit vergrößert, während bei der Erweiterung desselben das Umgekehrte eintritt. In letzterem Falle hört die Bewegung, sobald eine gewisse Größe der Erweiterung der Capillaren überschritten worden, bei der zu großen Langsamkeit der Bewegung leicht auf. Diese Veränderungen aber müssen auch auf die Momente der Bildung der unbeweglichen Schicht von wesentlichem Einflusse sein. Da sich nämlich die Widerstände, welche die Flußbewegung erfährt, wie die Quadrate der Geschwindigkeiten verhalten [1], so wird sich in einem Capillargefäße, das verengt ist und durch welches das Blut mit beschleunigter Geschwindigkeit strömt, leichter eine unbewegliche oder lineare Schicht bilden, während eine solche bei erweiterten Gefäßchen und bei Stockung des Blutes in denselben gänzlich oder fast vollständig mangeln muß. Daß dieses die Erfahrung bestätige, erhellt aus den schon früher angeführten Beobachtungen.

Aus dem Obigen ergiebt sich von selbst, daß nach der Einwirkung äußerer Reize drei verschiedene Stadien der Capillarcirculation eintreten können, 1) nämlich Verengerung der Gefäße und Beschleunigung des Blutlaufes. Hier wird dann innerhalb einer bestimmten Zeit eine größere Menge Blutes durch einen Theil hindurchgetrieben, während die momentane Blutcapacität desselben geringer als in dem Normalzustande ausfällt. Man hat diesen Zustand in der Medicin mit dem Namen der activen Congestion bezeichnet. 2) Erweiterung der Capillaren und Vergrößerung des Blutstromes. Hier findet das Umgekehrte Statt. Das Organ besitzt eine vergrößerte Blutcapacität. Allein innerhalb einer bestimmten Zeit geht weniger Blut hindurch. Existirt im ersteren Falle eine Verkleinerung des Flußbettes neben einer Vermehrung der Schnelligkeit, so haben wir hier die Aufnahme von Blut auf Kosten der Geschwindigkeit vergrößert. Man nennt dieses Verhältniß passive Congestion. Endlich 3) stockt das Blut in den feinsten Blutgefäßnetzen, welche im Verhältniß zum Normalzustande an Durchmesser zugenommen haben, gänzlich und erzeugt auf diese Art denjenigen Zustand, welchen man mit dem Namen der Entzündung bezeichnet. Erwägen wir aber, daß die Capillaren bei gelinderen Reizen verengt, bei stärkeren sogleich erweitert werden, daß in dem ersteren Falle eine größere Beschleunigung, in dem letzteren Stockung eintritt, so ergiebt sich von selbst, daß je nach der Heftigkeit des Reizes eine Entzündung entweder von vorn herein auftreten oder eine Congestion zum Vorläufer haben kann. Dauert aber ein gelinder Reiz lange fort, so wird er zuerst eine active, dann eine passive Congestion und zuletzt eine Entzündung bedingen. Alle diese Zustände werden nach den verschiedenartigsten Reizen eintreten können. Welche Folgen hieraus entstehen, werden wir später bei den Ernährungsvorgängen kennen lernen. Hier können uns nur vorläufig die wesentlichsten mechanischen und morphologischen Verhältnisse interessiren. Bei der activen Congestion haben wir, so lange die Gefäßverengerung dauert und sofern die Herzkraft dieselbe bleibt, eine beschleunigte Blutbewegung. Vermehrt sich der Herzschlag, so muß auch die Geschwindigkeit vergrößert werden. Bei der passiven Congestion wird derselbe Erfolg eintreten. Allein hier kann dasselbe Moment, welches die active Congestion nur vermehrt, zur Heilung der passiven überführen. Es ist jedoch nicht zu leugnen, daß mit beiden Benennungen sehr viel Mißbrauch in der Medicin getrieben und daß hierbei oft ein zu großer Spielraum der Phantasie gegeben worden. Die entzündliche Blutstockung kann sich auf die schon oben geschilderte Weise wiederum verlieren. Wir haben dann, wie man in der Medicin sagt, eine Auflösung und keinen besondern Ausgang derselben. Dauert jene dagegen fort, so erzeugt sie mittelbar oder unmittelbar die Bildung von Ausschwitzungen verschiedener Art, von Eiter, Jauche, Brand u. dgl. [2]).

---

1) Siehe Eytelwein Handbuch der Mechanik fester Körper und der Hydraulik. Zweite Auflage. Leipzig. 1823. 8. S. 158.

2) Ausgedehntere Versuchsreihen über die äußeren Einflüsse auf die Capillarcirculation s. Marshall Hall an Experimental Essay on the Circulation of the Blood. London. 1831. 8. G. Gluge anatomisch-mikroskopische Untersuchungen zur allgemeinen und speciellen Pathologie. Heft II. Jena. 1841. 8. S. 43. Koch in Meckels Archiv Bd. VI. 1832. 8. S. 121 und C. Emmert Beiträge zur Pathologie und Therapie mit besonderer Berücksichtigung der Chirurgie. Heft I. Bern. 1842. 8. S. 30.

374 In den **Venen** fließt das Blut noch zum Theil unter dem Drucke, welcher durch die Pulsation der Kammersystole erzeugt wird. Dieses erhellt schon aus den Resultaten der mikroskopischen Beobachtungen. Bei normalem Kreislaufe nämlich strömt die Flüssigkeit in den unter dem Mikroskope wahrnehmbaren Venenstämmen continuirlich, und zwar aus den schon früher angeführten Gründen schneller als in den Capillaren. Werden dagegen die Herzschläge langsamer, so dehnt sich die Pulsation, wie man deutlich sieht, nicht bloß auf die feinsten Blutgefäßnetze, sondern auch auf die Venenstämmchen aus. Natürlicher Weise muß aber der Ventriculardruck um Vieles geschwächt in den Venen auftreten. Denn 1) wissen wir, daß die in Capillarröhren stattfindenden Adhäsionserscheinungen einen sehr großen Theil von Druckkraft absorbiren. Man braucht nur den Versuch zu machen, durch eine Glasröhre, die vorn in ein sehr feines Capillarröhrchen ausläuft, das Fluidum durchtreiben zu wollen, um zu sehen, welchen Widerstand die Adhäsion der ausgeübten Druckkraft entgegensetzt. Biegt man sich eine kleine Glasröhre ganz so, wie sie bei dem **Poiseuille**schen Hämadynamometer gebraucht wird, zieht den Endtheil capillarartig aus und füllt jene mit Quecksilber, so bleibt dieses wegen der Adhäsion in dem vordersten Theile eine beträchtliche Strecke vor dem hydrostatischen Gleichgewichte stehen. Auf diese Art z. B. ruhte es bei einem Apparate der Art, dessen Röhre einen Durchmesser von 0,4 Centimeter hatte und vorn in ein ungefähr 0,7 Centim. langes und 0,03 bis 0,05 Centim. im Durchmesser haltendes Endstück überging, 0,8 Centim. über dem hydrostatischen Niveau. Abgesehen von der Reibung in dem ganzen Apparate, leistete also jenes Capillarröhrchen einem Drucke von $(0,2)^2 \times \pi \times 0,8 \times 13,598 = 1,36702$ Grm. einen hinreichenden Widerstand. 2) Das Flußbett der Venen ist zwar kleiner als das der Summe der entsprechenden Capillaren, allein bei der größeren Menge und der bedeutenderen Capacität der Venenstämme größer als das der Arterien. Ueberdies können sich die Venen stärker ausdehnen und so die Geschwindigkeit noch mehr verkleinern. Dieses letztere Moment ist sogar vielleicht von bedeutenderem Einflusse als das erstere, weil, wenn man alles durch eine Arterie strömende Blut durch eine einzelne entsprechende Vene zurückfließen läßt, der hydrostatische centripetale Druck in der Vene dem in der Arterie ungefähr gleich kommt (**Poiseuille**) [1]).

375 Auch über die Größe des hydrostatischen centripetalen Druckes, unter welchem der Inhalt in einer Vene strömt, giebt das Hämadynamometer Aufschluß, obgleich, wie wir später sehen werden, die hier zu erhaltenden Werthe nicht so rein wie bei den Arterien ausfallen. Man gebraucht das Instrument ganz auf dieselbe Weise wie bei den Schlagadern. Nur setzt man die Canüle oder den elastischen Katheter so ein, daß die Mündung nicht nach dem Herzen, sondern nach den Capillaren hin gerichtet ist. Bei einem Hunde, dessen hydrostatischer centrifugaler Blutdruck in

---

[1]) F. Magendie Leçons sur les phénomènes physiques de la vie, professées au Collège de France. Tome III. Paris 1837. 8. p. 152.

der rechten Carotis 151 Millimeter Quecksilber betrug, fand ich in der rechten äußeren Jugularvene eine Schwankung von 8 bis 25 Millimeter, mithin ein Mittel von 16,5 Millimeter Quecksilber. Nun betrug der Druck der Auflösung des einfach kohlensauren Natron 10 Millimeter. Es glich daher der mittlere centripetale hydrostatische Druck $2 \times 6{,}5 = 13$ Millimeter oder 0,08609 oder $\frac{1}{11}$ bis $\frac{1}{12}$ des centrifugalen hydrostatischen Druckes in der Arterie. Bei seinen früheren Untersuchungen kam Magendie [1]) auf ähnliche Resultate. Er erhielt nach Abzug des Werthes der Natronlösung für die äußere Jugularvene des Hundes eine Schwankung von 7 bis 8 Millimeter Quecksilber, mithin einen durchschnittlichen centripetalen hydrostatischen Druck von 15 Millimeter oder ungefähr $\frac{1}{10}$ des Arteriendruckes. Hieraus folgt aber, daß das Blut, indem es durch die Verzweigungen der Carotis des Hundes strömt, die Capillaren durchsetzt, durch die Venen zurückkehrt und hierbei in der äußeren Jugularvene fließt, ungefähr $\frac{9}{10}$ bis $\frac{11}{12}$ seiner hydrostatischen Druckkraft oder $\frac{54 - 55}{60}$ derselben verliert. In meinem Versuche betrug der mittlere Radius des Lumen des Carotis an der Prüfungsstelle 0,25 Cent., daher der Querschnitt des Lumen 0,196349 Quadr. Centimeter und der absolute centrifugale Blutdruck $0{,}196349 \times 15{,}1 \times 13{,}598 = 40{,}3164$ Grm. Die geprüfte Jugularvene hatte, wie später specieller angeführt werden wird, einen Radius ihres Lumen von 0,325 Centimeter, und daher einen Querschnitt von 0,3318331 Quadr. Centimeter. War nun der mittlere centripetale hydrostatische Druck = 15 Millimeter Quecksilber, so haben wir für den absoluten centripetalen Druck in der äußeren Jugularvene $= 0{,}3318331 \times 1{,}5 \times 18{,}598 = 6{,}7683$ Grm. Es verhielt sich mithin in dem untersuchten Falle der centrifugale absolute Blutdruck in der Carotis zu dem centripetalen in der äußeren Jugularvene $= 40{,}3164 : 6{,}7683 = 5{,}95660 : 1$. Oder der centripetale Druck des in der Jugularvene strömenden Blutes war, indem zugleich der Querschnitt des Lumen der Vene den der Arterie um 0,135484 Quadr. Centimeter übertraf, doch ungefähr 6 Mal so schwach als der in der Arterie, so daß durch die peripherische Verbreitung und andere die Widerstandshöhen vergrößernde Momente $\frac{5}{6}$ des Ventrikulardruckes verloren gegangen war.

Während aber der hydrostatische Druck in allen größeren Arterien 376
des Körpers derselbe ist, muß der centripetale hydrostatische Druck in den verschiedenen Körpervenen verschieden ausfallen. Man kann daher auch nicht am Hämadynamometer dieselbe Höhe der Quecksilbersäule erhalten, wenn man das Instrument z. B. in die Jugularvene und dann in die Schenkelvene einsetzt. Denn abgesehen von den bald zu erwähnenden Einflüssen der Anastomosen der Venen, hängt die Größe des hydrostatischen centripetalen Druckes in den Blutadern von der Schwächung durch den peripherischen Kreislauf, dem Widerstande in den Capillaren und

---

[1]) Ebendaselbst p. 154.

der momentanen Ausdehnung der Blutadern ab. Je nach dem Bereiche der peripherischen Verbreitung müssen aber diese Correctionsgrößen, welche mit ihnen in geradem Verhältnisse stehen, sehr verschieden ausfallen. Es werden im Allgemeinen kleinere und von dem Herzen entferntere untergeordnetere Venen, welche noch einem geringeren oder einfacheren peripherischen Verbreitungsbezirke entsprechen, eine größere hydrostatische Druckkraft angeben. Diese Schlüsse werden auch durch die Erfahrung bestätigt. In der linken Jugularvene eines Hundes schwankte, nach Magendie [1]), die Quecksilbersäule des nach der Peripherie hin eingesetzten Hämadynamometers von 14 bis 20 Millimeter. Rechnet man wiederum 10 Millimeter für die Natronlösung, so haben wir 4 bis 10, oder im Mittel 7 Millimeter; mithin einen hydrostatischen Druck von 14 Millimeter Quecksilber. In der Schenkelvene desselben Thieres glich die Schwankung 45 bis 60 Millimeter und nach Abzug der 10 Millimeter für die Natronlösung 35 bis 50 Millimeter. Dieses giebt ein Mittel von 42,5 Millimeter und einen hydrostatischen Druck von 85 Millimeter Quecksilber. Der letztere verhielt sich also zu dem in der äußeren Jugularvene = 85 : 14 = 6,07143 : 1, d. h. der centripetale hydrostatische Druck in der Schenkelvene, nahe am Schenkelbogen, war noch 6 Mal so stark als der analoge Druck in dem unteren Theile der äußeren Jugularvene. Da der centrifugale Druck in der Schenkelarterie 151 Millimeter beträgt, so verhält sich der centripetale der Schenkelvene zu ihm = 85 : 151 = 1 : 1,77647. Wir werden jedoch bald sehen, daß diese Venenwerthe nicht ganz reine Ausdrücke des centripetalen, von dem Ventriculartheile des Herzens allein herrührenden Druckes sind, und daher streng genommen keine scharfe Vergleichung gestatten.

Da die Schenkelvene noch eine bedeutende Strecke von dem Herzen entfernt ist und die untere Hohlvene vor ihrem Eintritte in die rechte Vorkammer noch vielfache Körpervenen und vorzüglich die Lebervenen, deren Blut schon zwei Capillarsysteme, nämlich das der Gedärme und das der Leber, durchsetzt hat, aufnimmt, so ist nicht zu bezweifeln, daß die Vena cava inferior in der Brusthöhle kleinere hydrostatische und absolute Druckgrößen darbieten werde. Das Gleiche gilt, jedoch in geringerem Grade, von der oberen Hohlvene. Ob dann am Ende beide Hohlvenen die gleichen centripetalen Druckkräfte haben, muß dahingestellt bleiben.

377 Außer dem Stoße des linken Ventrikels, welcher sich durch die Arterien und die Capillaren bis in die Blutadern hinein fortpflanzt, wird der centripetale Strom des venösen Blutes durch ein anderes Moment, welches man mit dem Namen der Herzaspiration bezeichnen kann, wesentlich befördert. Hört nämlich die Systole der Vorhöfe auf, so muß das durch keine Klappen zurückgehaltene Venenblut in sie hineinstürzen und sie während der Vorkammerdiastole strotzend anfüllen. Da nun aber die ganze Blutsäule des Gefäßsystems eine continuirliche ist, so wird sie dem Quantum des eingestürzten Blutes entsprechend nachrücken. Dieses findet deshalb Statt, weil alle Körpertheile unter dem Drucke der Nach-

[1]) Ebendaselbst p. 144. 145.

bargebilde und der umgebenden Atmosphäre stehen, und weil so theilweise die Erscheinungen, welche wir an einem gefüllten Heber wahrnehmen, wiederkehren. Jedoch existirt hierbei, wie man leicht sieht, keine active Saugkraft der Atrien. Im Momente der Systole der Vorhöfe, wo sich die Venenmündungen schließen, muß diese fortrückende Säule abgeschlossen werden, und der Strom steht dann, abgesehen von anderen Momenten, unter dem Drucke, welcher von dem Blute der Arterien und der Capillaren aus auf das Venenblut wirkt. Hieraus folgt aber, daß auch in den größeren Blutadern, trotz des continuirlichen Blutlaufes in den Capillaren und den kleineren Venen, ein Schwanken der Blutsäule stattfindet, daß sie im Momente der Diastole der Vorkammern eine beschleunigte, im Augenblicke der Systole eine langsamere Bewegung darbietet. Diese Folgerung bestätigt sich am Hämadynamometer, dessen Quecksilbersäule auch hier nicht etwa auf einer constanten Höhe bleibt, sondern auf- und niedergeht. Die Größe dieser Oscillation beträgt bei dem Hunde im Maximum in der Vena jugularis externa 17 Millimeter, in der Vena cruralis, nahe am Schenkelbogen, 15 Millimeter Quecksilber. Ob sie immer in Venen, welche dem Herzen näher liegen, etwas stärker sei oder nicht, ist durch künftige Erfahrungen noch zu constatiren.

Die Ursache des Einstürzens des Blutes in die Vorhöfe bezeichnet man im Allgemeinen mit dem Namen der Saugkraft der Atrien. Offenbar denkt man hierbei an die Aufsaugung von Flüssigkeit, wie wir sie z. B. durch willkürliche Erweiterung der Mundhöhle zu Stande bringen. Genauer betrachtet, hat aber der Vorgang mit dem, was man in der Physik und Chemie eine Aspiration nennt, mehr Aehnlichkeit. Denn diese kommt auch ohne nothwendige active Erweiterung des Aufnahmebehälters zu Stande. Aus diesem Grunde bezeichne ich auch diese Wirkung mit dem Namen der Herzaspiration. Einen ähnlichen Effect der eher mit dem Saugen vergleichbaren Athembewegung des Blutkastens auf das Venenblut werden wir unter dem Namen der Athmungsaspiration kennen lernen.

Den Wandungen der Venen fehlt jene bedeutende Elasticität, 378
welche wir an denen der Arterien wahrnehmen. Während diese daher nach der Entleerung ihres Inhaltes ohne Gegenwirkung ihrer Contractilität offen bleiben, fallen jene vom Blut befreit zusammen. Dafür sind sie aber in auffallenderem Maaße dehnbar und contractil. Sie können deshalb ihre Capacität in hohem Grade ändern und den verschiedenen Verhältnissen der Füllung anpassen. Diese Eigenschaften waren ihnen jedoch auch unerläßlich nothwendig. Bei ihrer größeren Weichheit werden sie durch Orts- und Größenveränderungen der eng anliegenden Nachbartheile leichter gedrückt. Man darf aber hierbei nie vergessen, daß in dem unverletzten Körper noch ganz andere Verhältnisse, als wenn wir in einem lebenden Thiere eine Vene bloßlegen, eintreten. Hier werden die Organe, so weit es ihre Verbindung erlaubt, durch den Druck der Luft auseinander gehalten. Bei unversehrten Integumenten dagegen legt sie der Luftdruck auf das Engste und Genaueste an einander. So wie daher z. B. ein Muskel durch seine Contraction kürzer und dicker wird, muß er auf die Gefäße drücken. Diese Einwirkung wird vorzugsweise die Venen treffen, weil deren Wandungen weicher sind und weil die Blutsäule derselben unter einem schwächeren Drucke strömt und mithin

weniger Widerstand zu leisten vermag. Es wird daher jeden Augenblick das Caliber einzelner Venen verengt. Soll nun keine Störung des Kreislaufes eintreten, so müssen andere Venen mehr Blut durchlassen, d. h. eine größere Capacität durch bedeutendere Ausdehnung erlangen. So wie dieses geschieht, strömt auch das Blut unter einem größeren centripetalen Drucke. So z. B. stieg das Hämadynamometer, welches in der rechten äußeren Jugularvene des Hundes nach Abzug des Werthes der Natronlösung zwischen 5 und 7 Millimeter schwankte, durch die Unterbindung der linken äußeren Jugularvene auf 10 bis 15 Millimeter (Magendie)[1]. Umgekehrt ziehen sich auch die Venen, wo es nothwendig wird, allmählig zusammen. Bedeutendere und unmittelbar kenntliche pulsatorische Bewegungen kommen an ihnen nicht vor. Nur an den Endtheilen der Hohlvenen in unmittelbarer Nähe der Vorhöfe erscheint eine rhythmische Contraction (Joh. Müller, Alison), die ich jedoch bis jetzt bei Säugethieren noch nicht zu beobachten Gelegenheit hatte. Allein hier überlagern auch besondere Muskelfasern die gewöhnlichen Elemente der Venenhäute. Diese eigenthümliche Muskelstructur der Blutadern in der Nähe des Herzens deutet darauf hin, daß die centripetale Strömung des Blutes hier einer besonderen außerordentlichen Unterstützung bedürfe.

Offenbar dient das größere Caliber der Venen, um die weniger schnell abfließende Blutmasse zu beherbergen. Zu gleicher Zeit macht sie es auch möglich, daß ein Venenstamm für einen andern momentan zusammengedrückten vicariiren könne. Den letzteren Zweck haben auch die zahlreichen Anastomosen, welche in dem Venensysteme vorkommen und welche die Rolle von Abzugscanälen übernehmen. Beider Momente wegen ist auch die Einrichtung vorhanden, daß an vielen Stellen des Körpers je einem Arterienstamme mehrere Venenstämme entsprechen.

Die zahlreichen Anastomosen, welche die meisten Körpervenen darbieten, machen es unmöglich, daß wir mittelst des nach der Peripherie hin eingesetzten Hämadynamometers den von den Arterien her wirkenden Druck genau bestimmen können. Denn gesetzt, man habe das Instrument, die Spitze der Canüle nach dem Kopfe gerichtet, in die eine äußere Jugularvene eingeführt, so steht doch diese Blutader durch Anastomosen mit anderen Venen, welche noch mit dem Herzen communiciren, in Verbindung. Bei der Continuität der Blutsäulen muß sich aber jede in diesen Statt findende Schwankung der auf das Hämadynamometer wirkenden Blutsäule ebenfalls mittheilen.

Bei der Weichheit der Venenwände und dem geringen Drucke des Venenblutes kann sich nicht das Hin- und Herschwanken des letzteren, so lange es nicht bedeutender wird, zu erkennen geben. Durch die bald zu besprechende Wirkung der Klappen wird dieser negative Erfolg noch mehr befördert. Nur diejenigen Venen, welche durch die Athmungsaspiration wesentlich influencirt werden, zeigen eine auffallende rhythmische Oscillation, welche später noch erörtert werden wird. Krankhafter Weise jedoch können auch bisweilen pulsatorische Erscheinungen an den Venen vorkommen. 1) Wenn in Folge eines Herzfehlers, z. B. bei Verengerung der arteriösen oder venösen Mündung des rechten Ventrikels oder der rechten Kammerhöhle, bei Hindernissen des Lungenkreislaufes zu viel Blut in die Venen zurückgepreßt wird, so muß dann ein abwechselndes Schwanken in den dem Herzen näheren großen Venen, wie in den Jugularvenen, den Schlüsselbeinvenen zu Stande kommen. 2) Weit seltener und räthselhafter sind diejenigen Fälle, in welchen einzelne oberflächliche Hautvenen, z. B. des Armes, einen wahren Venenpuls darbieten. Daß dieser von dem von den Arterien her fortgepflanzten Stoße herrühre,

---

[1] a. a. O. p. 154. 155.

lehrt der Umstand, daß bei Zusammendrückung der klopfenden Vene die Pulsation oberhalb der Compressionsstelle verschwindet, unterhalb derselben dagegen fortdauert. Wahrscheinlicher Weise beruht dieses Phänomen auf einer krampfhaften Zusammenziehung der Venenhäute mit oder ohne eine solche der Wandungen der Schlagadern. Denn denken wir uns, daß die Starrheit der Gefäßwände zunimmt, so könnte dann, da die Capillaren nicht allen centrifugalen Stoß des linken Ventrikels durch ihren Widerstand verzehren, die pulsatorische Bewegung bis in die Venen hinein auf eine dem Auge kenntliche Weise fortgepflanzt werden. Jedoch bedarf diese nur selten zu beobachtende Erscheinung noch genauerer Untersuchungen, bevor man sich mit Sicherheit über dieselbe auszusprechen vermag [1].

Da der von den Arterien aus wirkende Druck geringer ist, der Aspi- 379
rationsdruck der Vorkammern dagegen keine sehr bedeutende Kraft ausübt und zugleich momentan nachläßt, so wäre das Venenblut der Gefahr, in centrifugaler Richtung zurückzusinken, in hohem Grade ausgesetzt gewesen, wenn nicht die Natur der Möglichkeit einer bedeutenderen Einwirkung dieses Uebelstandes durch die Herstellung von Sicherheitsventilen vorgebeugt hätte. Diese bestehen in den sogenannten Venenklappen, d. h. in Taschenventilen, welche analog den schon früher (§. 285) erörterten Lymphgefäßklappen gebaut sind. Ihre Taschen sehen nach dem Herzen, ihre Ansätze nach der Peripherie hin. Strömt daher das Blut centripetal, so werden die Taschen an die Venenwandungen angedrückt, so daß kein Hinderniß des Durchganges in den Weg tritt. Will dagegen die Flüssigkeit centrifugal zurücksinken, so fängt sie sich in den offenen Taschen, füllt diese aus und stellt so diese Ventile vollständig. Daß die letzteren absolut schließen, läßt sich gleich leicht an lebenden Thieren, wie an den Blutadern menschlicher Leichen durch Injectionen tropfbarer Flüssigkeiten oder durch Lufteinblasen nachweisen. Diese Taschenventile existiren am häufigsten an denjenigen Stellen, wo untergeordnete Venenzweige in die Hauptstämme einmünden. Hier verhüten sie das Zurücksinken der Blutsäule aus dem Stamme in die Aeste. Außerdem finden sie sich auch in längeren Venen mitten in deren Verlaufe, um die Säule zu theilen, den Druck derselben im Momente des Zurückfallens nicht zu groß und die spätere Oeffnung nicht zu schwierig werden zu lassen. Nur in einzelnen Venen, wie z. B. in den unteren Theilen der Jugularvenen fehlen sie bisweilen und in vielen Venen des Unterleibes und vorzüglich in denen der Leber und in den Sinus des Gehirnes, in den Blutadern im Innern der Knochen in der Regel. Hier machen sie auch, wie wir bald sehen werden, die Verhältnisse weniger nothwendig.

In der Regel glaubt man, daß die Venenklappen vorzüglich deshalb 380
vorhanden seien, um den Wirkungen der Schwere entgegenzutreten. In der Brust und vorzüglich dem Unterleibe, in den Geschlechtsorganen und den unteren, so wie den oberen Extremitäten bei gewöhnlicher herabhängender Haltung der letzteren strömt das Venenblut in einer der Schwere entgegengesetzten Richtung und erhält dann eher die Neigung, centrifugal zurückzusinken. So einflußreich dieses Verhältniß auch sein mag, so lehrt

[1] K. W. Stark allgemeine Pathologie. Abth. II. Leipzig. 1838. 8. S. 999. 1000.

doch die Existenz von Taschenventilen in den Venen des Kopfes und des Halses auf das Deutlichste, daß die bloße Richtung der Gravitation des Blutes für die Anwesenheit der Venenklappen kein alleiniges Bestimmungsmoment sein könne. Denn da am Kopfe und Halse bei den absteigenden Venen die Oeffnungen der Taschen nach unten gerichtet sind, so könnten diese Apparate nur dann ihren Dienst verrichten, wenn das Blut in einer der Schwere entgegengesetzten Richtung zurückstaudet. Hier sowohl als an anderen Körperstellen macht aber jener schon oben erwähnte Einfluß des Druckes der Nachbartheile ihre Anwesenheit nothwendig. Bei dem luftdichten Verschlusse der Haut werden jeden Augenblick durch die Lagenveränderungen der Theile und durch die Zusammenziehung benachbarter Muskeln einzelne Venen zusammengepreßt. Ohne Klappen würde dann die Blutsäule in größeren Strecken zurückweichen. Indem sich aber das Taschenventil stellt, kann kein bedeutenderes Zurücksinken Statt finden. Die Blutsäule selbst erhält aber hierdurch noch einen festeren Stützpunkt und eine Widerstandskraft, welche ihr sonst nicht zukommen würde. Dieses Moment erklärt auch erst wahrhaft die Anwesenheit von Klappen mitten in dem Verlaufe größerer Blutadern. Wo dagegen die Venen, wie z. B. in der Leber, in den Knochen u. dgl. an härtere Theile angeheftet sind, bedürfen sie dieses Schutzmittels nicht und entbehren daher auch hier der ihnen sonst so unerläßlichen Klappeneinrichtung.

Daß die Verhältnisse der Schwere leicht von Einfluß seien, lehren die krankhaften Venenanschwellungen, welche so häufig an den unteren Extremitäten als sogenannte Blutaderknoten, Varices, und in der Umgebung des Mastdarmes als Hämorrhoiden vorkommen. Bei der Langsamkeit und dem geringen Drucke des venösen Blutstromes kann hier die Gravitation einen größeren Einfluß als in den übrigen Theilen des Blutgefäßsystemes gewinnen. Injiciren wir eine Flüssigkeit in eine Vene oder blasen wir in dieselbe Luft in centrifugaler Richtung ein, so stellen sich nicht nur die Klappen, sondern die Gegend dicht oberhalb derselben schwillt oft auf eine sehr bedeutende Weise bauchig an und dehnt sich bei noch stärkerer Füllung über der Anschwellung immer mehr aus. Im Leben findet zwar eine so bedeutende Erweiterung an dem Drucke der Nachbartheile einen größeren Widerstand. Allein bei den Blutaderknoten sowohl als bei den Hämorrhoiden wird dieses Hinderniß mehr oder minder überwunden, und es treten starke knotige Auftreibungen mit oder ohne Anschwellungen oberhalb derselben hervor. In selteneren Fällen finden sich sogar solche Erweiterungen des ganzen Venencalibers an allen oberflächlichen und selbst an tieferen Blutadern. Daß aber die ersteren zu diesen Veränderungen geneigter als die verborgeneren Blutadern sind, rührt offenbar davon her, daß jene dem anhaltenden Drucke der Nachbartheile weniger als die letzteren ausgesetzt sind.

Zur Schließung der Venenklappen ist wie zur Stellung anderer Ventile eine gewisse Druckkraft der Blutsäule erforderlich. Bis jetzt liegen jedoch in dieser Beziehung keine näheren Erfahrungen für die numerische Bestimmung dieser Verhältnisse vor.

381 Wenn das Blut durch die Lungen oder die Körpervenen fließt, durchläuft es immer nur ein entsprechendes, zwischen den correspondirenden Arterienverzweigungen liegendes Capillarsystem und gelangt wiederum nicht eher in ein solches, bevor es von Neuem durch das Herz gegangen und der Druckkraft der Ventrikel ferner ausgesetzt worden ist. Eine wesentliche Ausnahme hiervon bilden die Kreislaufsverhältnisse der Leber. Die Pfortader nämlich, welche aus den Venen des Magens, des Darmes der Bauchspeicheldrüse und der Milz entsteht und bei ihrem Verlaufe noch

kleinere Venen der Gallenblase und anderer Nachbartheile aufnimmt, verästelt sich in der Leber von Neuem und bildet feinste Blutgefäßnetze, welche sich mit den Capillarverzweigungen der Leberarterie vereinigen. Aus diesen Formationen, welche so eben so gut der Pfordader als der Leberschlagader angehören, entspringen die Anfänge der Lebervenen. Die letzteren ergießen sich dann in die Hohlvenen. Eine Portion Blut also, welche von der Aorta aus z. B. in eine Mesenterialschlagader tritt, durchläuft zuerst das Capillargefäßsystem des entsprechenden Theiles der Baucheingeweide, gelangt hierauf in die correspondirende Darmvene, aus dieser in die Pfortader, circulirt alsdann in den Verzweigungen der letzteren innerhalb der Leber, kommt auf diese Weise in die Capillaren derselben, wird aber hier mit dem von der Leberarterie aus in dieselben Netzchen eintretenden Blute vermischt und kehrt endlich durch die Lebervenen zur unteren Hohlvene und von da zu dem Herzen zurück. Sie durchsetzt mithin nicht ein, sondern zwei Capillarsysteme. Da es aber vor Allem die Pfortader ist, welche den Weg durch ein zweites Netz feinster Blutgefäße vorzeichnet, so nennt man den durch die Leber gehenden Theil des venösen Kreislaufes den Pfortaderkreislauf.

Auf den ersten Blick scheint es unmöglich zu sein, daß die Ventrikel 382
Kraft genug besitzen, das Blut durch zwei Capillarsysteme hindurchzutreiben. Man gelangt daher leicht zu der Vermuthung, daß die bloß mechanische Anschauung des Kreislaufes unrichtig sei oder daß an der Pfortader ein Muskelbelag, eine Art accessorischen Herzens, dessen Druckkraft für das neue Capillarsystem zu Hülfe kommt, angebracht worden. Das letztere wird aber durch die Erfahrung nicht bestätigt. Es läßt sich eine Structur der Art weder anatomisch nachweisen, noch zeigt die z. B. bei Kaninchen bloßgelegte Pfortader irgend eine Spur von pulsatorischer Zusammenziehung. Sie verhält sich nur wie jede andere Vene, welche sich entblößt durch den Reiz der Atmosphäre auf unmerkliche Weise verengt. Allein die bloße genauere Betrachtung der Verhältnisse der Pfortader und der Leber zeigt uns deutlich, daß hier mehrere begünstigende Momente zusammengreifen, um den Durchtritt dis Blutes durch ein zweites Capillarsystem, so sehr es angeht, zu erleichtern und um es der Herzkraft möglich zu machen, das Blut auch noch durch dieses feinröhrige und durch die Zahl der Röhren sich vergrößernde Flußbett hindurchzuführen.

1) Von geringerem Einflusse ist noch der Umstand, daß alle Capillaren des Magens, des Darmes, der Bauchspeicheldrüse und der Milz nicht zu den feinsten Blutgefäßnetzen des Körpers gehören, weil die hierdurch sonst etwa entstehende Reibung bei ihrer Kleinheit im Organismus überhaupt noch den geringsten Nachtheil bedingen würde. Nimmt man den mittleren Durchmesser der feinsten Hirngefäße $= 0'',0001$ an und legt diese Größe als Einheit zum Grunde, so erhalten die dünnsten Capillaren des Körpers, nämlich die der Lungen, einen mittleren Werth von 0,97 und die stärksten, nämlich die des Hodens, einen solchen von 9,3. Auf das Dünndarmgekröse kommt in diesem Falle 1,9, auf die Muskelhaut der dünnen Gedärme 2,8, auf die Schleimhaut des Dickdarmes 3,8, auf die

seröse Haut des Dünndarmes 4,0, auf die Milz 4,05, auf die Darmzotten aus dem Zwölffingerdarme 4,4, auf die Schleimhaut des Dünndarmes 4,9 und auf die Zotten der letzteren 5,6. Eben so erhalten dann die Capillaren der Leber einen Werth von 5,1. Beide Capillarsysteme besitzen daher keine Blutgefäßnetze feinster Art, sondern eher vorherrschend mittelstarke.

2) Haben wir oben gesehen, daß, wenn man alles Blut, welches durch eine Arterie einströmt, nur durch eine Vene zurückkehren läßt, der centripetale Druck in dieses verhältnißmäßig bedeutender ausfällt. Diese Bedingung ist aber bei der Pfortader vor ihrer neuen Vertheilung in der Leber gegeben. Mag daher auch der Druck durch die Capillaren des Nahrungscanales, des Pancreas und der Milz noch so sehr geschwächt sein, so geht doch durch die Einheit der Pfortader bei ihrem Eintritte in die Leber nicht so viel verloren, als wenn sich mehrere Pfortaderstämme in die Leber einsenkten. Reicht aber nur dieser Druck hin, um das Pfortaderblut bis zu den Lebercapillaren zu treiben, so kommt hier 3) die frische Druckkraft des Leberarterienblutes hinzu. Da die Flüssigkeit jedenfalls von den Verästelungen der Leberarterie her unter einem stärkeren Drucke als von denen der Pfortader eintritt, so müßte mehr arterielles als venöses Blut in die feinsten Gefäßnetze der Leber gelangen, wenn nicht die Herzaspiration und der Einfluß des Athmens diesem Uebelstande begegneten. Denn 4) bei der Nähe des Herzens muß die Blutmasse, welche im Momente ihrer Diastole in die Vorkammer einstürzt, auch unmittelbar auf die Säulen der Lebervenen und mittelbar auf die Lebercapillaren einwirken. Von rein hydraulischem Standpunkte könnte, da die Reibung in den stärkeren Gefäßen so gut als Null ist, die größere oder geringere Entfernung vom Herzen von keinem Einflusse sein. Denn die an dem einen Ende fortrückende Blutsäule müßte eine gleichartige Bewegung der gesammten übrigen Blutmasse nach sich ziehen. Bedenken wir aber, daß die Lageveränderung und der Druck der Nachbartheile sehr häufig diese Verhältnisse modificiren, so erscheint uns die eigenthümliche Stellung der Leber und der Lebervenen dergestalt berechnet, daß hier alle Störungen der Art fast unmöglich gemacht werden. Die Venae hepaticae bleiben bis nahe an ihre Einmündung in die untere Hohlvene in dem dichteren Parenchym der Leber eingeschlossen. Jede Bewegung, jeder Druck, welcher die Leber trifft, geht an ihnen fast erfolglos vorüber, und ihre Blutsäulen müssen daher mit jeder Diastole der Vorkammern in die Hohlvene einrücken und eine entsprechende Bewegung in den Lebercapillaren anregen. Lägen die genannten Blutadern frei, so könnte jeden Augenblick eine Stockung des Pfortaderkreislaufes entstehen. Daß endlich 5) alle Momente auf die möglichste Begünstigung der Athmungsaspiration berechnet seien, wird sich aus der Betrachtung des Einflusses des Athmens auf den Kreislauf ergeben. Durch alle diese Verhältnisse erklärt es sich daher, wie die Natur das Blut unseres Körpers selbst durch zwei Capillarsysteme treiben kann, ohne andere als die gewöhnlichen Circulationskräfte zu Hülfe zu nehmen.

Die Lösung dieser Aufgabe wird weniger wunderbar, wenn wir bedenken, daß die Blutmasse bei den meisten Fischen vermittelst der bloßen Herzkraft durch mindestens 3 Capillarsysteme hindurchgeht. Wir haben nämlich hier nur eine einfache Herzkammer, welche durch einen Muskelbelag an dem Anfange des aus ihr entspringenden Arterienstammes (Truncus arteriosus), den sogenannten Bulbus arteriosus unterstützt wird. Aus dem Arterienstamme läuft das Blut durch die Kiemenschlagadern in die Kiemen, kreis't hier durch die Athmungscapillaren derselben, entfernt sich durch die Kiemenvenen von dem Respirationsapparate, gelangt in die Aorta und von da in die einzelnen Körperorgane, läuft in den Capillaren derselben, sammelt sich in den Körpervenen, strömt von da in der hinteren Körperhälfte in das Pfortadersystem (welches man, weil es sich hier nicht bloß auf die Leber beschränkt, sondern auch auf die Nieren ausdehnt, mit dem Namen des Jacobsonschen Nieren-Pfortaderkreislaufes bezeichnet), durchläuft hier ein neues Capillarsystem und kehrt dann erst zu dem Herzen zurück. Wir haben also hier einen Weg durch die Capillaren der Kiemen, einen zweiten durch einzelne der Körperorgane und einen dritten durch die des Nieren-Pfortaderkreislaufes. Bei dieser Schwierigkeit der Bahnen, die sich z. B. durch die Verhältnisse der Nebenkiemen noch vergrößern können, finden wir auch häufig Nebenherzen, welche an verschiedenen Körperstellen vertheilt dem Hauptherzen zu Hülfe kommen. Allein für den Kreislauf durch das Capillarsystem der Kiemen und das der Körperorgane reicht die Muskelkraft des einfachen Ventrikels und des Bulbus arteriosus bei den meisten Fischen vollkommen aus.

Einen ähnlichen Fall von ausgedehnter Herzwirkung des Menschen haben wir wahrscheinlich bei den sogenannten kopflosen Mißgeburten. Bei diesen nämlich mangeln nicht nur Kopf und Brust und sind einzig und allein durch eine rudimentäre Masse ersetzt, sondern es fehlt auch das Herz, so daß sich nur größere und kleinere Gefäßstämme in dem Körper vorfinden. Jene stehen dann mit den Gefäßen der Nabelschnur und der Placenta in unmittelbarer Verbindung. Bei einer anderen Gelegenheit, wo ich die bis jetzt bekannten Fälle von Acephalis des Menschen zusammenstellte, fand sich, daß die genannte Mißbildung immer nur, mit Ausnahme sehr weniger unsicherer Beobachtungen, bei Zwillingen vorkam und daß stets das eine Kind kopflos, das andere dagegen vollständig war. Die Gefäße des letzteren stehen entweder im Nabelstrange oder im Fruchtkuchen mit denen des erstern in Verbindung, so daß der Stoß des vorhandenen Herzens zugleich Blut in den Acephalus hineintreiben muß. Ob außerdem dessen Gefäße selbstständig pulsiren, ist zur Zeit noch unbekannt.

Das Fortrücken des Blutes durch den ganzen Kreislaufs- 383
apparat hängt natürlicher Weise zunächst von der Menge von Flüssigkeit, welche innerhalb einer bestimmten Zeit durch die Systole der Kammern in die Lungenarterie und die Aorta eingetrieben wird, ab. Diese aber wird im Normalzustande durch die Capacität des Herzens, die Intensität der Druckkraft der Vorkammern und Kammern und die Schnelligkeit der Aufeinanderfolge der Herzschläge bestimmt. So leicht es ist, die Zahl der letzteren innerhalb einer gegebenen Zeit, z. B. innerhalb einer Minute, aufzufinden, so äußerst schwer, ja fast unmöglich wird es, sich über die Capacität der Ventrikel genaue Zahlen zu verschaffen. Während des Lebens ist dieses so gut als unmöglich. Die einzige Methode wäre, die Aorta bloß zu legen, zu öffnen und das innerhalb einer Systole der linken Kammer hervorströmende Blut zu messen. Allein abgesehen von der Schwierigkeit der letzteren Bestimmung an und für sich, die überdies nur bei Thieren ihrer Anwendung finden könnte, verursacht auch ein so heftiger Eingriff, wie die Eröffnung des Thorax und die dadurch nothwendig bedingte Hemmung des Athmungsprocesses, durchaus abnorme Kreislaufsverhältnisse. Man hätte dann nur krankhafte Erscheinungen und erhielte keine selbst annähernden Resultate.

An der Leiche dagegen werden die Schwierigkeiten noch größer. Im Leben nämlich kann, wenn keine Störung des Kreislaufes eintreten soll, die Capacität der rechten Kammer von der der linken nicht wesentlich abweichen. Denn im Momente der Systole der linken Kammer muß in die Aorta eben so viel abfließen, als durch die Hohlvenen in die rechte Vorkammer eindringt. Träte mehr in die Aorta, so müßte eine Ueberfüllung des Körperkreislaufes entstehen. Die Mechanik der Circulation würde bald in Unordnung gerathen. Dasselbe Quantum Blut aber, welches während der Diastole des rechten Atrium und der Systole der rechten Kammer in den Vorhof getreten, wird dann während der Systole des letzteren in den rechten Ventrikel übergetrieben. Höchstens geht hiervon das Wenige, welches in die Hohlvenen regurgitirt, ab. Der rechte Ventrikel muß daher dieselbe Capacität wie die linke Kammer haben. Noch deutlicher erhellt dieses, wenn wir uns nur an den Lungenkreislauf halten. Denn sollen nicht bald die Lungen mit Blut überfüllt werden, so muß im Momente der Systole der rechten Kammer eben so viel Blut in die Lungen eindringen, als während der gleichzeitigen Diastole der linken Vorkammer in diese abfließt. Das letztere Quantum wird aber gerade in dem nächstfolgenden Momente in den linken Ventrikel eingetrieben.

In dem Leichname aber haben wir von diesen Momenten durchaus abweichende Ergebnisse. Meist besitzt hier der rechte Ventrikel eine bedeutend größere, ja oft mehr als eine doppelt so große Capacität als der linke. Die Ursache dieses Mißverhältnisses liegt darin, daß die linke Kammer nach dem Tode viel stärker zusammengezogen ist und daß diese Erscheinung bis zu eintretender Fäulniß und selbst dann noch anhält. Es wird daher nur möglich, von der dann zu bestimmenden Capacität des rechten Ventrikels einen Schluß auf die des linken, wie sie im Leben ist, zu machen. Allein selbst die Untersuchung der rechten Kammer stößt auf Schwierigkeit. Füllt man diese mit Wasser aus, so erhält man einen kleineren Werth, als wenn man Quecksilber gebraucht, weil die beinahe 14 Mal so große Schwere des letzteren die Ventricularwandungen ausdehnt und so den Raum vergrößert. Derselbe Fall tritt ein, wenn man die Herzhöhlen mit Injectionsmasse anfüllt, diese erhärten läßt, hierauf die Muskelsubstanz ablöst und nun aus dem absoluten und dem specifischen Gewichte der Einspritzungsmasse das Volumen des Ventricularraumes berechnet. Unter diesen Verhältnissen darf es nicht befremden, wenn wir die Werthe für die Capacitäten der einzelnen Herzhöhlen immer nur als ungefähre betrachten können.

384 Um in dieser Hinsicht einige aus eigener Erfahrung geschöpfte Zahlen zu erhalten [1]), bestimmte ich bei einem gesunden ungefähr 40jährigen Manne, welcher sich erhenkt hatte und dessen Herzwandungen ein Volumen von 18,17 Cubikzoll und ein Gewicht von 428,095 Grm. darboten, die

[1]) Eine Reihe von Capacitätsbestimmungen s. Meckel Handbuch der menschlichen Anatomie. Bd. III. S. 34. Krause schätzt die Capacität aller vier Höhlen auf 27 — 41 Cubikzoll, im Mittel auf 32 Cubikzoll, so daß auf jede Höhlung 8 Cubikzoll kämen.

Capacität der einzelnen Herzhöhlen. An der graduirten Röhre, welche das Volumen der Bestimmungsflüssigkeit angab, waren 2 französische Cubikzoll in 200 Grade getheilt, so daß sich durch unmittelbare Abzählung $\frac{1}{100}$ und durch Schätzung die dritte Decimalstelle finden ließ. Es ergab sich hierbei:

Herztheil.	Bestimmungsflüssigkeit.	Zahl der Bestimmungen.	Capacität in französischen Cubikzollen.		
			Maximum.	Minimum.	Medium.
Rechter Vorhof	Wasser	5	7,620	7,200	7,490
Rechtes Herzohr	Wasser	2	1,286	0,810	1,050
Desgleichen	Quecksilber	2	1,617	1,522	1,569
Rechte Kammer	Wasser	5	10,06	8,066	9,047
Linker Vorhof	Wasser	10	4,706	4,260	4,402
Linkes Herzohr	Wasser	2	0,472	0,446	0,459
Desgleichen	Quecksilber	2	1,025	0,892	0,958
Linke Kammer	Wasser	10	4,854	3,780	4,294

Bei einem gesunden 33jährigen Manne, welcher sich ebenfalls erhenkt hatte, zeigte sich:

a. Wasserbestimmung.
   Capacität der rechten Kammer . . . . 1,930 Cubikzoll
   Capacität der linken Kammer . . . . 0,875 »

b. Quecksilberbestimmung.
   Capacität der rechten Kammer . . . . 3,430 Cubikzoll
   Capacität der linken Kammer . . . . 0,900 »

Die letzteren Zahlen beruhen immer auf je zwei Bestimmungen jedes einzelnen Herzraumes.

Ein bloßer Ueberblick auf die vorstehenden Werthe lehrt deutlich, von welchem Einflusse die Contractionsverhältnisse nach dem Tode sind. In der ersten Leiche verhielt sich im Mittel die Capacität des rechten Vorhofes zu der des linken $= 7{,}490 : 4{,}402 = 1 : 0{,}587717$, die des rechten Herzohrs zu der des linken $= 1{,}050 : 0{,}459 = 1 : 0{,}438000$ oder nach der Quecksilberbestimmung $= 1{,}569 : 0{,}958 = 1 : 0{,}61058$, also im Durchschnitt $= 1 : 0{,}52429$. Endlich zeigte sich hier die Höhlung des rechten zu der des linken Ventrikels in einer Proportion $= 9{,}047 : 4{,}294 = 1 : 0{,}47462$ und bei dem zweiten Erhenkten nach der Wasserbestimmung $= 1{,}930 : 0{,}875 = 1 : 0{,}453368$ oder nach der Quecksilberbestimmung $= 3{,}430 : 0{,}900 = 1 : 0{,}262390$. Wir sehen hieraus, daß, abgesehen von der Ausdehnung durch Quecksilber, die Capacität des linken Herzens fast $\frac{1}{2}$ Mal so klein als die des rechten war und daß die Differenz bei den Vorhöfen am geringsten, bei den Herzohren etwas größer und bei den Ventrikeln am stärksten erschien, daß also der Unterschied der Capacität oder, was dasselbe ist, die Differenz der Zusammenziehung mit der Menge der Muskulatur stieg. Aus diesem Grunde sind auch die Wandungen des

linken Ventrikels an allen todten Herzen so äußerst dick, daß es auf den ersten Blick fast unglaublich scheint, daß die Muskulatur der linken Kammer nur das Doppelte der rechten betrage. Von allen diesen Capacitätswerthen nähert sich aber der der rechten Kammer, da er der größte ist, am meisten dem Zustande im Leben. Für ihn haben wir bei dem ersten Erhenkten 9,047 französische Cubikzoll, bei dem zweiten als Maximum 3,430 Cubikzoll. Wir können daher, wenn wir die starke Contraction des zweiten Herzens in Betracht ziehen, die Capacität des rechten Ventrikels und mithin jeder Herzhöhle bei dem Erwachsenen im Leben zu 5 bis 10 Cubikzoll anschlagen. Nun wiegt 1 franz. Cubikzoll frischen lebenden Blutes bei einer Temperatur von 37°,5 C. 20,92502 Grm. = 0,041850 schweizer Pfund = 0,701683 Unzen nürnberger = 0,71583 Unzen preuß. Medicinalgewichtes. Es würden daher bei erwachsenen Männern mit jedem Herzschlage 104,62510 bis 209,2502 Grm. oder 0,209250 bis 0,41850 schweiz. Pfund oder 3,508415 bis 7,01683 Unzen nürnberger oder 3,57915 bis 7,1583 Unzen preußischen Medicinalgewichtes Blutes ausgepreßt werden. Wahrscheinlicher Weise sind hier, wie sich in der Folge noch bekräftigen wird, eher die Maximal- als die Minimalwerthe die richtigeren. Nehmen wir aber der Consequenz wegen aus beiden Bestimmungen die Mittel, so würden mit jedem Pulsschlage 156,93765 Grm. oder 0,313875 schweizer Pfund oder 5,262622 Unzen nürnberger oder 5,36872 Unzen preuß. Medicinalgewichtes Blut in den Lungen- und eben so viel in den Körperkreislauf befördert werden. Die gleichen Quantitäten oder etwas weniger mehr müßten dann gleichzeitig in die Vorhöfe abfließen.

385 Die mittlere Zahl der Herz- oder Pulsschläge, welche innerhalb einer bestimmten Zeit, z. B. während einer Minute erfolgen, ist, abgesehen von allen Nebenmomenten, nach der Größe des Menschen, nach dem Alter, nach dem Geschlecht und der Individualität derselben verschieden. Hierher gehörende Erfahrungen, welche ungefähr an 300 Personen angestellt worden, lieferten folgende Resultate (Quetelet):

Alter in Jahren.	Zahl der Herzschläge in der Minute.		
	Maximum.	Minimum.	Medium.
0	165	104	136,0
5	100	73	88,0
10—15	98	60	78,0
15—20	90	57	69,5
20—25	98	61	69,7
25—30	90	59	71,0
30—50	112	56	70,0

Nehmen wir nun an, daß ein erwachsener 38jähriger Mann 70 Herzschläge in der Minute hat, so werden innerhalb dieser Zeit nach den

obigen Mittelwerthen 10985,6355 Grm. Blut durch die Lungen und eben so viel durch den Körper gehen. Im Ganzen werden also in einer Minute 21991,271 Grm. oder ungefähr 22 Kilogr. durch das Herz strömen. Nun beträgt das mittlere Körpergewicht eines 38jährigen Mannes 68820 Grm. Nehmen wir aber, wie bald anzuführende Versuche lehren, an, daß die mittlere Blutmenge, ohne Berücksichtigung der Geschlechtsverschiedenheiten, und in runder Proportion $\frac{1}{4,5} = 0,22222$ des Körpergewichtes ist, so erhalten wir eine mittlere Blutquantität von $0,22222 \times 68828 = 15293,33$ Grm. Hieraus folgt dann, daß die gesammte Blutmasse des Erwachsenen in $\frac{15293,33 \times 60}{21991,271} = 41,73$ oder $41\frac{3}{4}$ Secunden den ganzen Körper durchsetzt. Halten wir uns an die obige Maximalzahl von 209,2502 Grm., so haben wir für die Minute und für eine Herzhälfte 14647,514 Grm. und für das ganze Herz 29295,028 Grm. Auf 15293,33 Grm. kämen dann 31,322 oder $31\frac{1}{3}$ Secunde. Das obige Minimum = 104,6251 Grm. gäbe für dieselbe Berechnungsweise 1 Minute $2\frac{2}{3}$ Secunden.

Auf den ersten Blick erscheint es als etwas Unglaubliches, daß ein 386
Molecül Blut innerhalb eines so kurzen Zeitraumes, wie eine halbe bis eine ganze Minute ist, ein Mal durch die Lungen und einmal durch einen Körpertheil, welcher entfernter liegt, fließen könne. Allein auch directe an Haussäugethieren von Hering [1]) angestellte Versuche, welche von Poiseuille [2]) bestätigt worden, haben dasselbe unmittelbar dargethan. Der erstere spritzte z. B. eine Auflösung von Eisenkaliumcyanür in eine Jugularvene und beobachtete, nach welcher Zeit sich das Salz durch Reagentien in dem Blute anderer Körpergefäße zu erkennen gab. Hierbei zeigte sich, daß die Eisenverbindung in der anderen Drosselvene in 20 — 30 Secunden, in der Vena saphena magna in 20, in der Gekrösschlagader in 15 bis 30 Secunden, in der äußeren Kieferarterie in 10 — 25 Secunden, in der A. metatarsea in 20 — 30 Secunden und ein Mal in mehr als 40 Secunden wiederkehrte. Die in die äußere Jugularvene eingeführte Auflösung von Eisenkaliumcyanür mußte aber, um z. B. in die Vena saphena zu gelangen, das rechte Herz den Lungenkreislauf, die Verzweigungen der Aorta, der Capillaren des Hinterfußes und zum Theil die Venen derselben durchsetzen, mit einem Worte einen fast vollständigen Körperkreislauf durchsetzen. Nichts desto weniger war hierzu nur $\frac{1}{3}$ Minute nothwendig. Rechnet man dann für den Weg nach dem Herzen 10 — 20 Secunden, so hat man für die Dauer einer vollständigen Circulation $\frac{1}{2}$ bis $\frac{2}{3}$ Minute.

Der oben angenommene Coefficient für die Blutmenge des Körpers beruht auf Versuchen an Thieren, welche nach folgendem Principe angestellt und berechnet sind.

---

[1]) Tiedemann und Treviranus Zeitschrift für Physiologie. Bd. III. S. 85. Joh. Müller Physiologie. Vierte Auflage. Bd. I. S. 153.

[2]) Annales des sciences naturelles. Zoologie. Tome XIX. 1843. p. 125.

Gesetzt, ich hätte eine Salzlösung, deren Menge x mir unbekannt ist, von welcher ich aber eine Quantität a entnehme, um den procentigen festen Rückstand derselben b zu bestimmen, und ich füge dann eine bestimmte Menge Wasser = c hinzu und suche von neuem den dann Statt findenden procentigen Rückstand = d, so läßt sich aus diesen Daten die ursprüngliche absolute Menge der Lösung = x durch Rechnung finden. Denn wenn die zur ersten Bestimmung entnommene Quantität a ist, so bleibt dann noch $x - a = y$ übrig. Da nun aber in y in 100 Theilen eine Menge festen Rückstandes = b existirt, so hat y natürlicher Weise $\frac{b\,y}{100}$ fester Substanz. Wurde aber später die Wassermenge x hinzugemischt, so ist y in $y + c$ übergegangen. Beträgt alsdann der feste Rückstand der neuen Mischung d %, so haben wir in der Gesammtmenge $y + c$ im Ganzen $\frac{(y + c)\,d}{100}$ fester Theile. Durch den Zusatz von Wasser kann sich aber nur die relative Menge des festen Rückstandes geändert haben, während die absolute Quantität desselben unverändert geblieben sein wird. Es muß daher $\frac{b\,y}{100} = \frac{(y + c)\,d}{100}$ sein. Hieraus folgt aber von selbst, daß $y = \frac{c\,d}{b - d}$ ist. Nun war $y = x - a$. Wir haben daher $x = a + \frac{c\,d}{b - d}$.

Diese Bestimmungsweise läßt sich auf die Untersuchung der Blutmenge eines lebenden Thieres folgendermaßen anwenden. Man legt die eine äußere Jugularvene bloß und entnimmt aus dieser durch einen Aderlaß eine bestimmte Quantität Blut = a. Ist also die ursprünglich vorhandene Blutmenge des Thieres = x, so findet sich jetzt nur noch $x - a = y$ Blut im Körper. Nun spritzt man eine bestimmte Quantität destillirten Wassers = c ein. Die gesammte Blutmasse hat daher jetzt ein absolutes Gewicht von $y + c$. Nach Verlauf von ein paar Minuten holt man aus der anderen Jugularvene eine neue Blutmenge. Ist nun der procentige feste Rückstand der zuerst abgezapften Blutquantität = b und der der zweiten erhaltenen Blutmenge = d, so muß auch hier die ursprüngliche Blutmasse des gesunden Thieres $= x = a + \frac{c\,d}{b - d}$ sein. Da der Kreislauf in weniger als einer Minute vollendet wird, so ist für eine gehörige Mischung des Blutes und des Wassers hinreichend gesorgt. Dagegen entstehen durch die Wasserabdunstung in den Lungen und an anderen äußeren und inneren freien Oberflächen kleinere Fehler. Wenn man aber eine zu bedeutende Menge kalten Wassers injicirt hat, so werden die Abweichungen größer, weil jenes die Herzkraft schwächt. Ja bei empfindlichen Thieren, wie Katzen, Kaninchen, kann dann der Tod unmittelbar darauf eintreten. Da Hunde Einspritzungen von größeren Wassermengen leichter vertragen und in diesem Falle der Unterschied zwischen beiden procentigen festen Rückständen nur desto größer wird, so eignen sie sich zu Versuchen der Art am besten. Natürlicher Weise erhält man bei verschiedenen Exemplaren selbst einer und derselben Species sehr verschiedene Zahlen für die absoluten Blutmengen. Da aber das Blut alle anderen Körpertheile ernährt, so läßt sich schon theoretisch erwarten, daß die Quantität desselben zur Summe der übrigen Körpertheile, d. h. zum gesammten Körpergewichte in einer bestimmten Proportion stehen werde. In der That bestätigt dieses auch die Erfahrung. Denn in den in dieser Beziehung angestellten Versuchen ergab sich [1]:

---

[1]) Siehe Repertorium Bd. III. S. 285.

Thier.	Geschlecht.	Körpergewicht in Granen, Medicinalgewicht.	Blutmenge in Granen, Medicinalgewicht.	Verhältniß der Blutmenge zum Körpergewicht.
Großer starker Wolfshund	männlich	402641	90513	1 : 4,4482
Großer Fleischerhund . . .	männlich	651390	150467	1 : 4,3291
Hühnerhund	weiblich	270481	54823	1 : 4,9337
Kranker Hund [1])	männlich	198542	45991	1 : 4,3170
Mittel der Hunde	» »	» »	» »	1 : 4,5070
Katze	weiblich	32109	5838	1 : 5,5000
Katze	weiblich	11312	1866	1 : 6,0621
Mittel der Katzen	» »	» »	» »	1 : 5,7810
Krankes Schaf [2])	» »	180675	35955	1 : 5,0250
Kaninchen	weiblich?	19826	3195	1 : 6,2053

Da die Versuche an Hunden, wie wir sogleich ausführlicher sehen werden, auffallend unter einander übereinstimmen und in jeder Beziehung die sichersten sind, so verfahren wir auch unzweifelhaft am richtigsten, wenn wir uns hier vor allen anderen an sie halten. Um aber den Coefficienten für die weiblichen Hunde vollständiger zu finden, können wir noch einige Versuche, die ich behufs anderer Beobachtungen, welche die thierische Wärme betrafen, zu Hülfe nehmen. Einem alten weiblichen Thiere der Art, welches 6125 Grm. wog, injicirte ich 223,9 Grm. destillirten Wassers. Der feste Rückstand des Blutes vor der Injection betrug 25,03 %, nach derselben 21,50 %. Wir haben daher für die absolute Blutmenge unmittelbar nach der ersten Blutentziehung $y = \frac{223{,}9 \times 21{,}50}{25{,}03 - 21{,}50} =$ 1363,694 Grm. Diese Größe aber verhält sich zum Körpergewichte = 1 : 4,4914 oder sie beträgt 0,22264 desselben. Nehmen wir nun an, was von der Wahrheit nicht sehr fern liegt, daß die zuerst entzogene Blutmenge 86,306 Grm. betrug, so haben wir für die ursprüngliche Blutmenge 1450 Grm. und für den Coefficienten derselben in Proportion zum Körpergewichte 0,236734 oder $\frac{1}{4{,}2242}$. Bei einem zweiten trächtigen Hunde, welcher 14050 Grm. wog, injicirte ich damals 137,084 Grm. einer Lösung von einfach kohlensaurem Natron, welche 2 % des Salzes enthielt. Diese führte daher 134,338 Grm. Wasser und 2,746 Grm. einfach kohlensaures Natron. Der erste feste Rückstand des Blutes glich 27,17 %, der zweite 26,11 %. Abstrahiren wir von dieser verhältnißmäßig kleinen Natronmenge — eine Correction, die sich mit Hülfe einer quadratischen Gleichung ebenfalls leicht anstellen ließe —, so haben wir für die nach dem ersten Aderlasse vorhandene absolute Blutmenge $\frac{134{,}338 \times 27{,}17}{27{,}17 - 26{,}11} =$ 3443,37 Grm., d. h. 0,24508 oder $\frac{1}{4{,}0808}$ des Körpergewichtes. Nun hatten wir für die drei männlichen Hunde $\frac{1}{4{,}4482}$, $\frac{1}{4{,}3291}$ und $\frac{1}{4{,}3170}$, für die weiblichen $\frac{1}{4{,}9338}$, $\frac{1}{4{,}2242}$ und $\frac{1}{4{,}0803}$. Dieses giebt im Mittel für die männlichen Hunde $\frac{1}{4{,}3647} = 0{,}2291108$ und für die weiblichen $\frac{1}{4{,}4127} = 0{,}2266186$ des Körpergewichtes. Legen wir diese Zahlen als die sichersten für die Berechnung der Blutmengen in den verschiedenen Lebensaltern des Menschen zum Grunde und benutzen wir hierbei die Tabellen, welche Quetelet [3]) über das menschliche Körpergewicht geliefert hat, so ergeben sich folgende Uebersichten:

[1]) Das Thier litt an der s. g. Sucht mit fast vollständiger Lähmung der Hinterfüße.
[2]) Das Thier war durch Onanie sehr heruntergekommen.
[3]) **Quetelet über den Menschen. S. 363. 64.**

Tabellen über die in dem menschlichen Körper enthaltenen Blutmengen.

A. Mann.

Blutmenge = 0,2291108 des Körpergewichtes (log. 0,2291108 = 0,3600456 — 1).

Alter in Jahren.	Körpergewicht in Kilogrammen.			Blutmenge in Kilogrammen.		
	Maximum.	Minimum.	Mittel.	Maximum.	Minimum.	Mittel.
Neugeborner	4,50	2,34	3,20	1,031	0,536	0,733155
1 Jahr	11,00	9,00	10,00	2,520	2,062	2,291108
2 Jahre	13,50	10,50	12,00	3,093	2,406	2,749330
3 »	13,60	12,10	13,21	3,116	2,772	3,026554
4 »	18,20	12,50	15,07	4,169	2,864	3,452701
5 »	18,50	14,00	16,70	4,238	3,208	3,826151
6 »	20,40	15,80	18,04	4,674	3,620	4,133159
7 »	24,50	17,20	20,16	5,613	3,941	4,618873
8 »	28,50	19,00	22,26	6,529	4,353	5,100007
9 »	29,00	22,20	24,09	6,644	5,086	5,519280
10 »	32,00	22,70	26,12	7,332	5,201	5,984376
11 »	33,80	25,00	27,85	7,744	5,728	6,380737
12 »	36,30	25,00	31,00	8,317	5,728	7,102436
13 »	39,50	34,60	35,32	9,050	7,927	8,092194
14 »	45,00	37,00	40,50	10,310	8,477	9,278986
15 »	61,50	37,00	46,41	14,091	8,477	10,633034
16 »	61,50	40,00	53,39	14,091	9,165	12,232225
17 »	65,50	45,00	57,40	15,007	10,310	13,150961
18 »	67,00	45,00	61,26	15,351	10,310	14,035329
19 »	70,00	48,20	63,32	16,038	11,043	14,507297
20 »	72,70	» »	65,00	16,656	» »	14,892207
25 »	98,50	» »	68,29	22,568	» »	15,645979
30 »	» »	» »	68,90	» »	» »	15,785735
40 »	» »	» »	68,81	» »	» »	15,765114
50 »	» »	» »	67,45	» »	» »	15,453525
60 »	» »	» »	65,50	» »	» »	15,006759
70 »	» »	49,10	63,03	» »	11,249	14,440853
80 »	83,00	49,70	61,22	19,016	11,387	14,026165

B. Frau.

Blutmenge = 0,2266186 (log. 0,2266186 = 0,3552956 — 1).

Alter in Jahren.	Körpergewicht in Kilogrammen.			Blutmenge in Kilogrammen.		
	Maximum.	Minimum.	Mittel.	Maximum.	Minimum.	Mittel.
Neugeborne	4,25	1,12	2,91	0,963	0,254	0,830211
1 Jahr	10,50	8,30	9,30	2,379	1,881	2,107553
2 Jahre	12,00	8,30	11,40	2,719	1,881	2,583452
3 »	15,80	10,50	12,45	3,580	2,380	2,821402
4 »	15,80	11,50	14 18	3,580	2,606	3,213452
5 »	17,50	13 30	15,50	3,966	3,014	3,512589
6 »	20,30	13,30	16,74	4,600	3,014	3,793596
7 »	23,40	16,00	18,45	5,303	3,626	4,181114
8 »	23,40	16,00	19,82	5,303	3 626	4,491581
9 »	25,70	18,30	22,44	5,824	4,147	5,085322
10 »	28,30	20,30	24,24	6,413	4,600	5,493235
11 »	39,80	21,60	26,25	9,019	4,895	5,948738
12 »	42,80	21,60	30,54	9,699	4,895	6,920932
13 »	42,80	21,60	34,65	9,699	4,895	7,852334
14 »	51,00	32,00	38,10	11,557	7,252	8,634170
15 »	55,20	32,00	41,30	12,509	7,252	9,359350
16 »	57,60	32,00	44,44	13,053	7,252	10,070932
17 »	61,60	» »	49,08	13,960	» »	11,122444
18 »	79,90	» »	53,10	18,107	» »	12,033448
20 »	» »	» »	54,46	» »	» »	12,341650
25 »	» »	» »	55,08	» »	» »	12,482152
30 »	» »	» »	55,14	» »	» »	12,495752
40 »	» »	» »	56,65	» »	» »	12,837944
50 »	90,50	39,86	58,45	20,509	9,019	13,245856
60 »	» »	» »	56,73	» »	» »	12,856074
70 »	93,80	» »	53,72	21,256	» »	12,173953
80 »	72,50	38,00	51,52	16,430	8,612	11,675391

Die beiden am Anfange der Tabellen beigefügten Logarithmen sind unmittelbar diejenigen, welche sich aus der Berechnung am Hunde ergeben und weichen daher in ihren letzten Decimalstellen von den Logarithmen der beigefügten Coefficienten natürlicher Weise etwas ab. Behufs des Gebrauches dieser beiden Tabellen bei beliebigen Gewichten verschiedener Länder bemerke ich nur noch, daß 1 Kilogramm = 2,00000 schweizer Pfund = 2 Pfund 0 Unzen 4 Gros 4 Deniers und 11,150 Grains französischen Markgewichtes = 2,138 würtembergische Pfund = 1,786 baiersche Pfund = 1,328 Pfund mailänder Peso grosso = 3,106 Pfund mailänder Peso sottile = 2,138 preußische Pfund = 2,680 Troy-Pfund = 2,204 Avoir du poids-Pfund = 33 Unzen 4 Drachmen 0 Skrupel und 15,950 Gran ist.

Die frühere Methode, aus der Quantität der bei dem Erstechen eines Thieres abfließenden Blutmenge auf die absolute Quantität derselben im Leben zu schließen, hat keinen reellen Werth, weil in der Regel der Tod und mit ihm die vermittelst des Herzschlages Statt findende Entleerung des Blutes oft viel früher, als wenn selbst nur die Hälfte der Blutmasse ausgeflossen ist, eintritt. Schon besser sind die Zahlen, welche man bei Enthaupteten, wenn die Reizbarkeit der Herzens noch längere Zeit nach der Hinrichtung fortdauerte, oder bei anderen Krankheitsfällen erhält. Allein auch hier hat man kein Kriterium dafür, daß noch viel Blut im Körper geblieben sei. Es können daher nur die Maximalzahlen, welche in dieser Beziehung auftreten, benutzbar bleiben. Diese

erhalten wir aber durch einige ältere Erfahrungen. So sammelte Wrisberg [1]) bei einer enthaupteten Frau 24 Pfund Blut und beobachtete anderseits eine Person, welche durch einen Gebärmutterblutfluß 26 Pfund verlor. Nach obiger Tabelle aber hat eine Frau zwischen 18—60 Jahren im Durchschnitt 12 bis 13,25 Kilogr. = 24 bis 26,50 schweizer Pfund = 25,656 bis 28,3285 preuß. Pfund Blut. Man sieht hieraus, daß, wenn man nur die Sache von dem richtigen Standpunkte beurtheilt, Rechnung und Erfahrung sehr gut mit einander übereinstimmen.

Eine andere von Herbst, E. H. und Ed. Weber u. A. geübte Methode besteht darin, einen Leichnam möglichst vollständig zu injiciren und aus dem absoluten und dem specifischen Gewichte der angewandten Injectionsmasse die Blutmenge zu berechnen. Hierbei kam man bei dem Erwachsenen auf 10—14 Pfund. Wer sich aber mit Injectionen beschäftigt hat, weiß, daß man sehr zufrieden sein kann, wenn man selbst bei der glücklichsten Einspritzung die Hälfte der Gefäße voll erhält. Man kann daher bei dieser Methode höchstens die halbe Blutmenge bekommen. Allein abgesehen davon, läßt sich leicht zeigen, daß die Annahme, ein Erwachsener enthalte nur 14 Pfund Blut, auf Widersprüche stößt. Nehmen wir hier selbst 7,5 Kilogramm an und halten uns der Unpartheilichkeit wegen an die oben angeführte Minimalzahl der Capacität der Herzhöhlen, so werden mit jedem Herzschlage $2 \times 104,6251 = 209,2502$ Grm. durch das Herz fortgestoßen. Hat nun ein Erwachsener 70 Pulsschläge in der Minute, so giebt dieses $70 \times 209,2502 = 14647,5140$. Es müßte also dann bei der größten Langsamkeit des Blutflusses ein Kreislauf in $\frac{7500 \times 60}{14647,514} = 30,7$ Secunden vollendet sein. Für die bedeutendste Schnelligkeit hätten wir 15,35 Secunden. Ich glaube nicht, daß diejenigen Autoren, welche sich einer solchen Methode der Blutbestimmung bedient haben, auch für diese nothwendige Consequenz ihres Verfahrens werden einstehen wollen.

Nicht bloß die Blutmenge, sondern auch die mittlere Zahl der Pulsschläge, vorzüglich wie sie des Morgens in ruhigem Zustande Statt findet, scheint mit der Größe der Körperstatur in einem bestimmten Verhältnisse zu stehen. Wenn nämlich d und d' die beiden Körperlängen zweier Individuen und n und n' die mittleren Zahlen der Pulsschläge von beiden sind, so ist $n = n' \sqrt{\left(\frac{d'}{d}\right)}$ (Rameaux und Serrus) [1]). Wie die folgende Tabelle, welche von den erwähnten Verfassern entworfen ist, in Vergleich mit der oben angeführten Tabelle von Quetelet beweist, stimmen auch hier Berechnung und Erfahrung auf eine sehr befriedigende Weise mit einander zusammen:

Alter in Jahren.	Mann.		Frau.	
	Mittlere Körperlänge in Metern.	Berechnete Zahl der Pulsschläge.	Mittlere Körperlänge in Metern.	Berechnete Zahl der Pulsschläge.
Neugeborener	0,500	128,45	0,490	129,78
5 Jahre	0,988	91,28	0,974	92,00
10 »	1,275	80,43	1,248	81,32
15 »	1,546	73,06	1,499	74,20
20 »	1,674	70,20	1,572	72,45
30 »	1,684	70,00	1,579	72,30
40 »	1,684	70,00	1,579	72,30
50 »	1,674	70,20	1,536	73,30
60 »	1,639	71,00	1,516	73,78
70 »	1,623	71,30	1,514	73,80
80 »	1,613	71,52	1,506	73,87
90 »	1,613	71,52	1,506	73,87

[1]) C. H. Schultz System der Circulation. S. 107.
[2]) Bulletin de l'académie royale de Bruxelles. Tome VI. Nr. 8. 1839. p. 1- -8.

Schon durch untergeordnete, jeden Augenblick möglicher Weise eintretende Einflüsse wird der Herzschlag und mit ihm der Mechanismus des Kreislaufes abgeändert. Ein Mensch, welcher horizontal ausgestreckt liegt, hat eine etwas geringere Anzahl von Pulsschlägen als wenn er sitzt, und in letzterem Zustande weniger Schläge als wenn er steht. Die Größe des Unterschiedes bei einem und demselben Individuum bei dem Liegen und dem Sitzen schwankt im Allgemeinen zwischen $^1/_8$ und $^1/_9$, die bei dem Liegen und dem Stehen zwischen $^1/_4$ und $^1/_{23}$ und die bei dem Stehen und dem Sitzen zwischen $^1/_4$ und $^1/_{107}$ der Gesammtzahl der Pulsschläge in der Minute. Diese Veränderungen sind größtentheils bloße Folgen der verschiedenen Körperstellungen, nicht aber der Muskelzusammenziehungen, welche dieselben begleiten. Band man, um die letzteren zu vermeiden, die zu untersuchenden Personen an ein Brett, so ergaben sich bei 23 Personen von 16 Jahren mittleren Alters für die senkrechte Stellung 89, für eine Neigung von 60 Grad 86, für eine von 45 Grad 83, für eine solche von 30 Grad 78 und für die horizontale Lage 75 Pulsschläge in der Minute. Diese Werthe weichen aber von denen, welche sich bei den gleichen durch Muskelthätigkeit erzeugten Stellungen zeigen, um weniger als 1^0 ab. Alle Momente, welche das Nervensystem aufregen oder beruhigen, ändern auch augenblicklich die Zahl der Pulsschläge. Die letzteren erfolgen daher auch im Schlafe langsamer als im wachen Zustande. Bei Männern sollen sie des Morgens schneller, bei Frauen langsamer sein (Guy). 387

Einen der wesentlichsten Hebel des Kreislaufes bildet der Athmungsproceß. Gleich wie dieser ohne Circulation nicht möglich ist, so stockt auch die letztere, so wie die Respiration geschwächt oder außer Thätigkeit gesetzt wird. Ja selbst bei enthaupteten oder auf andere Weise getödteten Thieren können wir den Kreislauf und zwar nicht selten mit verhältnißmäßig bedeutender Energie unterhalten, wenn wir die sogenannte künstliche Respiration einleiten, d. h. wenn wir abwechselnd atmosphärische Luft in die Lungen einführen und dann dieselbe wiederum herausziehen. Die Herzschläge beleben sich in diesem Falle von Neuem und erfolgen, wie man bei geöffnetem Brustkasten sieht, oft sehr schnell hinter einander. Die gesunkene thierische Wärme hebt sich. Selbst die Muskelreizbarkeit kehrt, wenn der Versuch gelingt, in auffallendem Grade wieder. Das ausgeschnittene Herz pulsirt dann lebhafter und länger, als wenn man es von einem unmittelbar vorher getödteten Thiere entnommen, weil sich die durch den tödtenden Eingriff erschöpfte Reizbarkeit während der künstlichen Athmung von Neuem sammelt. Diese unterhält aber nur so lange die Herzthätigkeit und deren Folgen, als eine hinreichende Blutmasse zur Circulation vorhanden ist und mißglückt, sobald das Thier entweder vor dem Versuche oder während desselben zu viel Blut verloren hat. An Exemplaren mit offenen durchschnittenen Gefäßen wirkt daher die künstliche Athmung immer schwächer als an solchen, deren größere Blutgefäße unterbunden worden sind. 388

Bei kleineren Thieren braucht man nur, um die künstliche Athmung einzuleiten, eine lange Canüle oder einen elastischen Katheter in die Luftröhre einzubinden und von Zeit zu Zeit mit dem Munde Luft einzublasen. Auf diese Weise kann man es, wenn geschickt operirt wird, z. B. so weit bringen, daß die durchschnittene Arteria mammaria interna fußweit spritzt. Bei größeren Thieren, z. B. Hunden, hat man einen doppelten Blasebalg, welcher auf entsprechende Weise ventilirt ist und auf einem Gestelle ruht, nöthig. Dieser muß einerseits Luft in die Lungen einstoßen und anderseits solche aus ihnen herausziehen. Es muß daher bei dem Zumachen des Balges das Ventil, welches nach außen gekehrt ist, schließen und umgekehrt.

389 Das Spiel der Erweiterung und Verengerung des Brustkastens, durch welche das Athmen zu Stande kommt, wirkt auf die Strömung des venösen wie des arteriellen Blutes auf eine auffallende Weise. So wie sich im Augenblicke des Einathmens die Brusthöhle ausdehnt, damit die atmosphärische Luft in die Luftröhre und die Luftröhrenverzweigungen einstürze, muß auch gleichzeitig das Venenblut mehr oder minder centripetal nach der Brusthöhle gezogen werden und in etwas vergrößerter Menge in die Vorkammern einströmen. Umgekehrt wird im Momente der Ausathmung der contrifugale Lauf des Arterienblutes befördert werden. Alle diese Wirkungen müssen bei stärkeren Athmungsacten, wie sie bei dem Laufen, dem Sprechen, dem Singen, dem Schreien, dem Husten und dgl. vorkommen, vergrößert werden. Schon einige unmittelbar wahrnehmbare Erscheinungen bestätigen diese Schlüsse. Durch tiefes und lange Zeit eingehaltenes Einathmen z. B. können wir den Pulsschlag der Arterien so sehr schwächen, daß man ihn zuletzt an der Radialschlagader gar nicht mehr fühlt. Umgekehrt sehen wir an den äußeren Jugularvenen, sobald diese sehr gefüllt sind und nicht zu sehr durch eine subcutane Fettschicht bedeckt werden, oder nachdem wir sie bei einem lebenden Thiere bloßgelegt haben, die Folgen der Athembewegungen als eine stets abwechselnde Anschwellung und Verkleinerung ihres Lumina. Zur Zeit der Einathmung nämlich strömt das Blut in centripetaler Richtung mit beschleunigter Geschwindigkeit. Im Augenblicke des Ausathmens wird diese Beschleunigung aufgehoben, während sich der centrifugale Druck des Arterienblutes verstärkt. Es muß daher die Vene gefüllter werden und an Umfang zunehmen. Durch die im Momente des Einathmens entstehende Anziehung des Venenblutes nach der Brust und dem Herzen erhält der centripetale Lauf der Blutflüssigkeit der Venen ein neues Unterstützungsmittel, welches wir mit dem Namen der Athmungsaspiration bezeichnen.

390 Von der Vergrößerung der Druckkraft des Blutes durch den Athmungsproceß giebt wiederum das Hämadynamometer die beste Rechenschaft. Schon aus jedem Versuche, welches wir mit diesem Instrumente, sobald es in eine Schlagader eingebracht worden, anstellen, läßt sich bestimmen, wie sehr das gewöhnliche Ausathmen den centrifugalen Arteriendruck verstärkt. Ein Hund z. B., in dessen rechte Carotis das Hämadynamometer eingesetzt worden war, hatte regulär 26 bis 27 Athemzüge in der Minute. Es kamen mithin 3 — 4 Pulsschläge auf einen Athmenzug. Die Quecksilbersäule des Hämadynamometers zeigte aber z. B. nach Abzug des Druckes der Natronlösung in einer Bestimmungsreihe in Millimetern:

I.	II.	III.	IV.	V.	VI.
72—75	78—78	72—75	73—76	75—75	76—81.

Nehmen wir aus je zwei unmittelbar auf einander folgenden Bestimmungen die Mittel, so haben wir:

I.	II.	III.	IV.	V.	VI.
73,5	78	73,5	74,5	75	78,5.

Wir sehen hieraus, daß Nro. II und Nro. VI ein mittleres Maximum von 78 Mm. Quecksilber hatten, d. h. daß mit jeder Ausathmung die Säule um 4 — 5 Mm. stieg. Mithin betrug die Verstärkung des Druckes, welche durch die fast ruhige Exspiration bewirkt wurde, 8 — 10 Mm. Quecksilber oder 108,784 — 135,980 Mm. Wasser. Glich also außerhalb der Exspirationszeit der centrifugale hydrostatische Druck des Blutes in der Carotis 151 Mm. Quecksilber, so war er während der Ausathmung 159 — 161 Mm. Quecksilber. Oder die fast ruhige Ausathmung verstärkte den centrifugalen hydrostatischen Druck des Arterienblutes um $^1/_{19}$ — $^1/_{15}$ seines ursprünglichen Werthes. Nun haben wir gesehen, daß der hydrostatische centrifugale Blutdruck bei den verschiedenartigsten Säugethieren derselbe oder fast derselbe ist. Bei der Lehre von der Athmung werden wir wahrnehmen, daß auch der hydrostatische Respirationsdruck bei den verschiedenen Säugethieren und dem Menschen ungefähr der gleiche ist. Findet aber diese Aequilibration der hydrostatischen Druckgrößen Statt, so ergiebt sich hieraus als Wahrscheinlichkeitssatz, daß auch bei dem Menschen der centrifugale Druck des Arterienblutes durch das ruhige Ausathmen um $^1/_{19}$ — $^1/_{15}$ der ursprünglichen hydrostatischen Größe beschleunigt werden muß.

Bei heftigeren Ausathmungsbewegungen, wie z. B. bei dem Herum- 391
wälzen des Thieres, dem Winseln und Schreien desselben, verstärkt sich die Hebung der Quecksilbersäule des Hämadynamometers im Durchschnitt um 10 — 30 Mm. Wir haben also im Ganzen 20 — 60 Mm. Mercur oder 0,13 — 0,39 oder ungefähr $^1/_7$ — $^2/_5$ des ursprünglichen centrifugalen hydrostatischen Blutdruckes in den größeren Körperarterien. Diese Thatsache erklärt mehrere Erscheinungen, welche uns im gewöhnlichen Leben und am Krankenbette häufig aufstoßen. Läuft ein Mensch, geht er einen Berg rasch hinauf, so vermehrt sich aus später anzuführenden Gründen die Intensität seines Athmungsprocesses und die Zahl der Zusammenziehungen seines Herzens in dem Grade, daß er das Anschlagen der Blutwellen an den Carotidenkanal und überhaupt das Klopfen seiner größeren Arterien deutlich fühlt. Bei sensiblen Personen, bei Leuten, welche Kopfschmerzen haben, macht der bei dem Husten eintretende verstärkte centrifugale hydrostatische und absolute Blutdruck unangenehme Empfindungen. Aus derselben Ursache röthet sich auch das Gesicht durch Schreien, Husten und ähnliche Zustände.

Um die Größe des Einflusses der Athmungsaspiration auf den Lauf 392
des Venenblutes zu messen, führt man das Hämadynamometer in die Vene so ein, daß die Oeffnung der Canüle oder des elastischen Katheters centripetal oder nach dem Herzen, daß sie also an dem Kopfe, dem Halse und

den Vorderfüßen nach hinten, an der Brust, dem Unterleibe und den hinteren Extremitäten nach vorn gerichtet ist. Mit jeder Aspiration, d. h. mit jeder Einathmung sinkt dann die Quecksilbersäule, während sie mit jeder Ausathmung steigt. Wegen der mannigfaltigen hier einwirkenden Nebenumstände, wie z. B. der Unregelmäßigkeit des Athmungsprocesses, des Einflusses der Venenanastomosen erhält man hier weit weniger sichere absolute Zahlen. Bezeichnen wir alle Höhen der Quecksilbersäule, welche unter dem Nullpunkte der längeren Skale des Hämadynamometers liegen, als negativ, diejenigen dagegen, welche sich über demselben befinden, als positiv, so ergaben sich während des fast ruhigen Athmungsprocesses in der Vena jugularis externa des Hundes [1])

	Thier.	Versuchsreihe.	Einathmung.	Ausathmung.	Beobachter.
	I.	1	— 90 Millimeter	+ 85 Millimeter	Poiseuille.
		2	— 70 Millimeter	+ 60 Millimeter	Poiseuille.
	II.	1	— 80 Millimeter	+ 120 Millimeter	Poiseuille.
	III.	1	— 75 Millimeter	+ 50 Millimeter	Magendie.
		2	— 80 Millimeter	+ 60 Millimeter	Magendie.
		3	— 30 Millimeter	+ 55 Millimeter	Magendie.
		4	— 45 Millimeter	+ 90 Millimeter	Magendie.
Mittel	III.	7	— 67,142 Millim.	+ 74,285 Millim.	

Hieraus folgt zuvörderst, daß der centrifugale Exspirationsdruck immer etwas stärker als die centripetale Athmungsaspiration ist. Halten wir uns an die Mittelzahlen, so beträgt die Gesammtschwankung, welche durch das Spiel des Athmungsmechanismus erlangt wird, 2 (67,142 + 74,285) = 282,854 Mm. Quecksilber. Wir haben daher für eine tiefe Inspiration oder eine starke Exspiration 141,427 Mm., d. h. sowohl die Einathmung als die Ausathmung kann ohne übermäßige Anstrengung eine hydrostatische Druckkraft des Venenblutes, welche der Druckkraft des Herzens nahe steht, erzeugen. Es versteht sich aber von selbst, daß dieses Resultat nur ein ungefähres ist und daß es sich durch die Oscillationen des Athmungsprocesses sehr leicht in bedeutendem Maaße ändert. Betrug z. B. bei einem Hunde die Abweichung — 70 und + 60 Mm. Quecksilber, so stieg sie, wenn man die Schenkelhaut des Thieres kneipte und so einen ziemlich lebhaften Schmerz erregte, auf — 150 und + 120 Mm. Sie verdoppelte sich also ungefähr. Wurde der Schmerz in noch heftigerem Grade angeregt, so ergaben sich — 250 und + 140, — 240 und

[1]) Poiseuille in Frorieps Notizen. 1831. Nr. 674. S. 209. F. Magendie Leçons sur les phénomènes physiques de la vie. Tome III. 1837. 8. p. 201.

+ 155 und — 245 und + 140 Mm. Sie stieg hiernach um mehr als das Zweifache der ursprünglichen Werthe. Nachdem sich aber das Thier wiederum beruhigt hatte, erhielt man — 90 und + 86, — 70 und + 65 und — 85 und + 60 Mm. (Poiseuille). Ein Hund, welcher bei ruhigem Athmen — 75 und + 50 und — 80 und + 60 Mm. angab, zeigte bei verstärkter Respiration — 120 und + 105, — 100 und + 110 Mm. (Magendie).

Die Ventile oder die Klappen der Blutadern müssen, wie man leicht 393
einsieht, eine wesentliche Veränderung in diesen Druckgrößen hervorrufen. Im Momente der Aspiration durch die Einathmung, wo also das Venenblut in centripetaler Richtung angezogen wird, öffnen sich die Taschen derselben. Es entsteht daher kein Hinderniß. Wir erhalten auch in diesem Falle den vollständigen negativen Inspirationswerth. Wenn dagegen im Augenblicke der Ausathmung das Blut centrifugal zurückgetrieben wird, so schließen sich die Venenklappen. Wir können deshalb nur dann größere positive Druckwerthe haben, wenn die Canüle oder der elastische Katheter des Hämadynamometers so tief eingeführt worden ist, daß sich zwischen ihm und der Einmündungsstelle der entsprechenden Hohlvene in das rechte Atrium keine Klappe mehr vorfindet. Existirt eine solche, so fängt sie den größten Theil der Druckkraft auf. Wo mehrere vorhanden sind, verschwindet diese dann nothwendiger Weise gänzlich. Setzen wir daher das Hämadynamometer in centripetaler Richtung selbst schon in den unteren Halstheil der äußeren Jugularvene ein, so kann dieses keine andere Folge haben, als daß wir einen starken negativen Inspirationswerth und gar keine oder fast gar keine positive Exspirationszahl erhalten. Dieser Schluß wird auch durch die Erfahrung auf das Vollkommenste bestätigt. Führte man das Hämadynamometer in die Vena jugularis externa eines Hundes so tief ein, daß das Ende der Canüle in der Brusthöhle war, so ergaben sich — 70 und + 60, — 80 und + 55 und — 75 und + 50 Mm. Quecksilber. Lag dagegen das Instrument mit seinem Anfangstheile noch oberhalb der Klappen, welche an dem Ursprunge der Jugularvene existiren, so hatte man für die Inspirationswerthe — 70, — 80, —90, — 75 und — 85 Mm., für die Exspirationszahlen dagegen nur — 5, — 15, — 10 und + 3 Mm.

Hieraus erklären sich aber wiederum mehrere Thatsachen von selbst. 1) Wir haben oben gesehen, daß der centrifugale Exspirationsdruck des Venenblutes oft größer als der Aspirationsdruck desselben ist. Wir erhielten sogar für das Mittel des ersteren 74,285 Mm., für das des letzteren nur 67,142 Mm. Fehlten die Venenklappen, so müßte der Athmungsproceß den Blutlauf nur hindern, nicht befördern. Denn wenn auch das Blut im Momente der Einathmung mit einer verhältnißmäßig bedeutenden Kraft centripetal aspirirt würde, so würde es im Augenblicke der Ausathmung mit einer noch bedeutenderen Druckgröße centrifugal zurückgestoßen werden. Der Nachtheil wäre daher größer als der Vortheil. Dadurch aber, daß die Venenklappen den centrifugalen Stoß auffangen, genießt das Venenblut nur des Vortheils, ist dagegen des möglichen Nachtheils, wel-

chen die Athmung bedingen könnte, enthoben. 2) Da die Venen durch vielfache Anastomosen mit einander zusammenhängen, so muß sich selbst der Inspirationsdruck zu erkennen geben können, wenn wir das Hämadynamometer centrifugal einsetzen, sobald nämlich der centripetale Aspirationsdruck des Venenblutes größer als die centrifugale Stoßkraft der Ventrikel wird. Kehren wir zu denjenigen Erfahrungen, welche oben (§. 375. 376) in Betreff des centripetalen Venendruckes angeführt worden, zurück, so finden wir auch diesen Schluß auf das Vollkommenste bestätigt. Bei einem Hunde, dessen centrifugaler Blutdruck in der Carotis communis nach den gemachten Reductionen 151 Mm. Quecksilber betrug, ergaben sich am Hämadynamometer, welches centrifugal in die äußere Jugularvene eingesetzt worden, 8 — 25 Mm. Quecksilber. Nun drückte aber die angewandte Natronsäule um 10 Mm. Quecksilber. Der Werth + 8 Mm. ist daher in Wahrheit ein solcher von — 2 Mm. Quecksilber, d. h. durch die Anastomosen der Venen übte die Inspiration einen solchen Einfluß aus, daß selbst das von dem Herzen abgeschnittene Blut der rechten äußeren Jugularvene noch um 2 Mm. Quecksilber stärker in centripetaler Richtung fortging. Aus allem folgt daher, daß die Natur durch die Combination des Athmungsprocesses mit der Organisation der Venenklappen auf eine höchst weise Art aus der Respiration, welche sonst den Blutlauf hindern würde, ein sehr bedeutendes Unterstützungsmittel der Venencirculation gemacht hat.

394 Das eben Gesagte schließt aber unmittelbar noch eine andere Consequenz in sich. Nicht bloß die Inspirationen, sondern auch die Exspirationen müssen nämlich den centripetalen Lauf des Venenblutes befördern. Wir haben gesehen, daß mit jeder Ausathmung mehr Blut aus der Brusthöhle herausgestoßen wird. Das centrifugale Austreten des Blutes in den Venen wird durch die Klappenorganisation derselben verhindert. In den Arterien dagegen, deren centrifugale Blutströmung zum Kreislaufe gehört, wird das Blut bei jeder Exspiration unter verstärktem Drucke weiter gefördert. Da sich nun die Druckkraft des Arterienblutes auch bis in die Venen hinein fortpflanzt, so muß auch das Venenblut im Momente der Ausathmung unter einem verstärkten centripetalen Drucke strömen. Die Erfahrung erhärtet diesen Schluß ebenfalls auf das Vollständigste. Bringt man das Hämadynamometer in centrifugaler Richtung in die Vena iliaca eines Hundes ein und bestimmt so den centripetalen Druck des Venenblutes, so erhält man während der Einathmung + 48 bis + 60 Mm., während der Ausathmung + 72 bis + 78 Mm. Quecksilber (Poiseuille)[1]. Hieraus folgt, daß diejenige Größe der Druckkraft der Ventrikel, welche durch die Capillaren verloren geht, im Momente der Ausathmung fast gänzlich durch den verstärkten centrifugalen Druck ersetzt zu werden vermag. Im Ganzen also befindet sich das Venenblut durch die Athmung in jeder Beziehung in den günstigsten Verhältnissen. Denn durch die Inspiration wird es vermittelst der Athmungsaspiration angezogen.

---

[1]) a. a. O. S. 213. 214.

Im Augenblicke der Exspiration dagegen wird es von den Arterien her ebenfalls auf centripetalem Wege in verstärktem Maaße fortgestoßen.

Durch die Einwirkung des Ein- und Ausathmens entsteht, wie wir 395
gesehen haben, eine abwechselnde Erweiterung und Verengerung in den, dem Herzen nahen großen Venenstämmen — eine Veränderung, die man auf eine nicht ganz passende Weise mit dem Namen des venösen Pulses bezeichnet hat. Die Größe dieser Raumveränderung kann durch dasselbe Instrument, welches man für die gleichen Verhältnisse der Schlagadern gebraucht, bestimmt werden. Ich habe diese Verhältnisse an demselben Hunde, an welchem ich die Lumenschwankung der rechten Carotis untersuchte, an der rechten äußeren Drosselvene ebenfalls geprüft und kam hierbei zu folgenden Resultaten: die Vene hatte dicht oberhalb des Kästchens in jeder ihrer Dimensionen einen Durchmesser von 8 Mm. Die Länge des eingeschlossenen Stückes betrug 28 Mm. Rechnen wir nun 0,5 Mm. auf die doppelte Wandungsdicke, so haben wir einen Lumendurchmesser von 7,5 Mm. und daher einen Querschnitt von 44,17865 Quadr. Mm., mithin einen Rauminhalt von 1237,002 Cub. Mm. Der Durchmesser des Lumen der Skalenröhre glich 6,8 Mm., folglich der Querschnitt 36,3168 Quadr. Mm. Die Höhe der Skale schwankte bei dem Ein- und dem Ausathmen, welches 26 — 27 Mal in der Minute erfolgte, zwischen 2,5 und 4 Mm. Diesen beiden Werthen entsprechen zwei Säulen von 90,79200 und von 145,2672 Cub. Mm. Die Erweiterung des Lumeninhaltes der äußeren Jugularvene im Momente des Ausathmens, oder richtiger die Verengerung im Moment der Inspiration betrug daher 0,0733968 bis 0,1174348 oder ungefähr $\frac{1}{13}$ — $\frac{1}{8}$, oder im Mittel 0,095415 oder ungefähr $\frac{1}{10}$ — $\frac{1}{11}$ des ursprünglichen Rauminhaltes. Da aber die Vene im Ganzen 8 Mm. im Durchmesser hatte, so besaß sie einen Querschnitt von 50,2655 Quadr. Mm. und bei einer Länge von 28 Mm. 1407,434 Cub. Mm. räumlichen Inhaltes. Es betrug daher die durch die Athembewegungen bedingte Schwankungsgröße 0,0645089 — 0,10342, oder ungefähr $\frac{1}{15}$ — $\frac{1}{10}$, im Durchschnitte 0,0838754, oder beinahe $\frac{1}{12}$ des gesammten Umfanges der Vene. Nun hatten wir gefunden (§. 352), daß sich die Carotis desselben Hundes bei jedem Pulsschlage um $\frac{1}{15}$ des Rauminhaltes ihres Lumen und um $\frac{1}{22}$ ihres Gesammtumfanges ausdehnte. Macht nun in der äußeren Jugularvene desselben Thieres die durch die Athmung bedingte Lumenveränderung $\frac{1}{10}$ aus, so ist sie daher um $\frac{1}{30}$ stärker als diejenige, welche die benachbarte Carotis durch den Pulsschlag erleidet. Haben wir für den Gesammtumfang der äußeren Drosselvene $\frac{1}{12}$ und für den der Carotis $\frac{1}{22}$, so beträgt die Differenz zu Gunsten der ersteren $\frac{5}{132}$ oder ungefähr $\frac{1}{26}$. Diese Resultate stimmen auch vollkommen mit den Ergebnissen der unmittelbaren Anschauung. Denn wenn man bei einem Hunde oder einem anderen Thiere die äußere Jugularvene und die Carotis gleichzeitig bloßlegt, so fällt der venöse Athmungspuls der ersteren weit mehr in die Augen, als der Herzpuls der letzteren. Der Unterschied tritt um so mehr hervor, als sich die Arterie bei dem Pulsschlage mehr in die Länge und fast gar nicht in die Breite streckt, der Breitendurchmesser der Jugu-

larvene dagegen bei den Athmungsbewegungen in auffallenderem Maaße zunimmt.

396 Wenn der Diameter der Gefäße constant bleibt, und wenn keine Hindernisse des Kreislaufes eintreten, fließt in ihnen innerhalb derselben Zeit ungefähr die gleiche Menge Blutes. Nur durch die Vergrößerung oder die Verkleinerung der Zahl der Herzschläge, oder durch die Veränderung der Capacität der Gefäße erzeugen sich in dieser Beziehung nicht selten einzelne Abweichungen. In einigen Organen dagegen, wie z. B. in der Milz, in den cavernösen Körpern des männlichen Gliedes und der Harnröhre, in denen des Kitzlers und der inneren Schaamlefzen sind die Verhältnisse der Blutgefäße so eingerichtet, daß unter gewissen Bedingungen eine bedeutend größere Menge Blutes in ihnen angehäuft wird. Es wird dann eine Volumensvergrößerung des Organes, welche wir mit dem Namen der Erection bezeichnen, hervorgebracht. Spritzt man einem Thiere eine größere Menge von Wasser in's Blut, so nimmt die Milz sichtlich an Umfang zu. Eben so findet man sie zur Verdauungszeit vergrößert (§. 306.). Die erectilen Organe der männlichen und der weiblichen Geschlechtstheile steifen sich bei den sie treffenden nervösen Reizen vermittelst eines Mechanismus, welchen wir in der Physiologie der Geschlechtsorgane ausführlicher kennen lernen werden. Bei allen diesen Erectionsprocessen aber befolgte die Natur gewisse allgemeine Regeln, welche geeignet sind, in möglichst kurzer Zeit und mit den geringsten Kraftanwendungen ein möglichst großes Quantum von Blut anzusammeln. Als Reservoirs der anzuhäufenden Flüssigkeit wählt sie nämlich Venennetze, in welchen also schon von vorn herein eine langsamere Blutbewegung stattfindet. Kein einziges erectiles Organ hat sehr kleine Capillaren, vielmehr im Gegentheil verhältnißmäßig sehr große. Dadurch wird der centrifugale Blutdruck in geringerem Grade als in anderen Organen geschwächt, und es kann daher viel Blut binnen kurzer Zeit in die weiten Venenräume einfließen und sich hier anhäufen. Während aber ein Theil der die Capillaren vertretenden kleinen Gefäße korkzieherartig verläuft, ziehen sich diese Windungen z. B. in den cavernösen Körpern des männlichen Gliedes im Momente der Erection mehr aus. Auf diese Weise haben wir außerhalb der Steifung eine langsamere, während derselben eine schnellere Blutbewegung durch dieselbe. Die Arterien besitzen immer ein weit kleineres Caliber als die Venen. Nach den Gesetzen der Hydrostatik ist aber dieses, wie schon in der allgemeinen Physiologie (§. 74) erläutert wurde, für den hydrostatischen Druck des Blutes völlig gleichgültig. Die absolute Pression wächst daher mit der gedrückten Oberfläche in gleichem Verhältnisse. Bei der Milz entsteht wahrscheinlich die Volumensvergrößerung nur dadurch, daß weit weniger Blut durch die Venen abfließt als durch die Schlagadern einströmt. Es kommt daher hier nur zu einer Umfangsvermehrung, ohne daß das Organ wesentlich an Härte gewinnt. Am Penis werden die Venenausgänge momentan verschlossen. Das von den Arterien her immer mehr einströmende Blut, welches anderseits nicht abfließen kann, häuft sich dann bald hier so sehr

an, daß das Glied hart wird und es so lange bleibt, bis der Abfluß durch die Venen wieder geöffnet wird, d. h. bis die Erection aufhört.

Damit aber die sämmtlichen bisher geschilderten Kreislaufsverhält- 397
nisse normal von Statten gehen, müssen alle Gefäße mit continuirlichen Flüssigkeitssäulen des Blutes gefüllt sein. Spritzt man daher ein Fluidum, welches sich mit dem Blute gleichförmig mischt, oder das von ihm absorbirt wird, ein, so ändern sich, wie wir schon früher sahen, bloß untergeordnete Momente. Die allgemeine Mechanik des Kreislaufes bleibt aber im Wesentlichen die gleiche. Anders verhält sich jedoch die Sache, wenn in einem Gefäße eine Blutsäule ruht und zur Gerinnung kommt. Kann der Stoß der benachbarten normalen Flüssigkeit das Hinderniß nicht aufheben, so stockt die Circulation bis zu dem nächsten Abgange von Aesten, in welchen die Blutbewegung nicht gehemmt ist. Dasselbe erscheint, wenn ein anderes mechanisches Hinderniß, z. B. eine Verengerung, eine Verwachsung, eine Verstopfung durch Concremente die Röhre unwegsam macht. Es drängt dann das Blut gegen die Nachbarzweige, in welchen kein Widerstand der Art Statt findet, dehnt diese aus und regt in ihnen eine solche Bildungsfähigkeit an, daß sie sich in größere Gefäßstämme umwandeln. Das Blut umgeht in diesem Falle die Stelle, an welcher das Hinderniß existirt. Es erzeugt sich ein sogenannter Collateralkreislauf. Ist z. B. die Schenkelschlagader wegen einer Pulsadergeschwulst unterbunden worden, so werden die Seitenzweige oberhalb der Unterbindungsstelle so stark, daß durch sie alles Blut zu dem Unterschenkel läuft. Derjenige Theil der unterbundenen Arterie, durch welchen keine Circulation mehr Statt findet, füllt sich mit geronnenem Blute. Dieses wird nach und nach aufgesogen. Die Wandungen der Schlagader rücken an einander, verkleben mit einander, und der entsprechende Theil der Arterie wird auf diese Art ligamentös. Durch ähnliche Processe entstehen auch in dem Säuglinge aus dem Ductus arteriosus Botalli das Ligamentum Botalli, aus den beiden Nabelschlagadern die beiden Ligamenta vesicalia lateralia, aus dem in der Bauchhöhle verlaufenden Theile der Nabelvene das runde Leberband. Fehlt, wie dieses bei den Amputationsstümpfen der Fall ist, der peripherische Theil, zu welchem das Blut der unterbundenen Arterie fließen könnte, so erzeugt sich natürlicher Weise auch kein Collateralkreislauf. Allein selbst hier sehen wir etwas ähnliches noch in geringerem Grade eintreten. Die unterbundene Schlagader nämlich füllt sich bis zum nächsten Aste, dessen Kreislauf frei ist, mit Blut, welches gerinnt, einen sogenannten Thrombus bildet und später resorbirt wird. Der entsprechende Schlagadertheil verwandelt sich so in eine bandartige Masse. Allein die nächst höheren Schlagaderzweige gewinnen auch häufig noch, vorzüglich im Anfange, an Volumen. So z. B. geht bisweilen, wenn sich eine knollige Kalkmasse an dem abgesägten Ende des Knochenstumpfes ablagert, um diesen ein verhältnißmäßig sehr starker Schlagaderzweig, welcher selbst bei Einschnitten bedeutendere Blutungen erzeugen kann, mehr oder minder kranzartig herum. Bleiben aber dann bei Amputirten die übrigen Thätigkeiten in dem normalkräftigen Zustande, so

bilden sich leicht Congestionen nach anderen Organen. Es sind daher z. B. nicht selten kraftvolle Individuen, welche einen Oberschenkel oder einen Oberarm verloren haben, genöthigt, von Zeit zu Zeit zur Ader zu lassen.

Die specielle Darstellung der Verschließung der Gefäße gehört nicht hierher, sondern in die Pathologie. Siehe über dieselbe: Hasse specielle pathologische Anatomie. Bd. I. 1841. 8. S. 41 u. 79 ff. Ueber die Verschließung der Venen vergl. vorzüglich: H. Stannius über die krankhafte Verschliessung grösserer Venenstämme. Berlin. 1839. 8. Ueber die Bildung des Thrombus vergl. B. Stilling, die Bildung und Metamorphose des Blutpfropfes oder Thrombus. 1834. 8. Diejenige Erweiterung der kleineren Gefäße, welche man mit dem Namen der Telangiektasie bezeichnet, scheint, wenn sie angeboren ist, durch eine bloße locale Hemmungsbildung, d. h. durch eine weitere Fortbildung und Vergrößerung eines embryonalen Zustandes bedingt zu werden. Ob auch hier, wie es vielleicht nicht unwahrscheinlich ist, Hindernisse des Blutlaufes der Erweiterung zum Grunde liegen, ist unbekannt.

398 Sehr wesentliche Störungen des Kreislaufes entstehen dann, wenn sich solche Mengen von Luft, daß diese der Blutflüssigkeit mechanisch beigemengt bleibt, in das Blut gerathen. Bei großen chirurgischen Operationen am Halse, an der Brust, hat es sich in unglücklichen Fällen ereignet, daß nach der Oeffnung von größeren, dem Herzen näher liegenden Venenstämmen, in Folge der Athmungsaspiration Gas eingezogen wurde und selbst der Tod alsdann binnen sehr kurzer Zeit eintrat. Durch Injection einer größeren Menge atmosphärischer Luft in die Jugularvene oder eine andere Vene in centripetaler Richtung kann man ein Thier sehr schnell tödten. Dieses Phänomen ist ein rein mechanisches und beruht auf keiner eigenthümlichen chemischen oder vitalen Einwirkung der Atmosphäre. Nehmen wir z. B. eine nach Art der Hämadynamometerröhren gebogene Glasröhre, welche einen Lumendurchmesser von 1,9 Millimeter darbietet, und füllen sie so mit Quecksilber, daß immer eine kleine Quecksilber- und eine kleine Luftsäule mit einander abwechseln, so bleiben die Quecksilbersäulchen nicht nur fußhoch über dem hydrostatischen Niveau, sondern man ist auch nicht im Stande, sie durch das stärkste Blasen hinunterzutreiben, weil einerseits die Reibung zu groß ist und weil anderseits die dazwischen liegenden Luftsäulen durch den Druck der ausgeathmeten Luft zusammengepreßt werden und bald die gesammte Druckkraft auf diese Weise absorbiren. Mag auch immerhin die Adhäsion in den kleinen Gefäßen um Vieles geringer sein, so müssen doch auch in ihnen und vorzüglich in den Capillaren völlig die gleichen Verhältnisse eintreten. Die feinsten Capillargefäße der menschlichen Lungen haben einen Durchmesser von 0,00097 pariser Linien = 0,002188 Millimeter. Nun wächst, bei dem Durchgange von Flüssigkeiten durch Röhren, die Reibung umgekehrt mit dem Durchmesser der letzteren. In einer 0,002188 Millimeter haltenden Röhre muß sie daher $\frac{1,9}{0,002188} = 868,37$ Mal so stark als in einer Röhre von 1,9 Millimeter Durchmesser sein. Wenn auch die Luft an den Gefäßwandungen um Vieles leichter dahin gleitet als an Glas, so leidet es doch keinen Zweifel, daß die Herzkraft außer Stande sein wird, sie durch die Lungencapillaren

hindurch zu treiben. Allein der Widerstand muß sich noch vergrößern, weil die dem Blute beigemengte Luft in Bewegung ist und das Hinderniß dann nach hydraulischen Gesetzen mit dem Quadrate der Geschwindigkeit wächst. Wenn also Luft in eine Vene in centripetaler Richtung eingespritzt oder durch die Athmungsaspiration eingezogen wird, so geht sie durch den rechten Vorhof und die rechte Kammer in die Lungenarterie und deren Verzweigungen, stockt aber dann in den kleineren Arterien und den Capillaren, verstopft diese, macht den Athmungskreislauf unmöglich und tödtet auf diese Weise binnen kurzer Zeit. Mit dieser Ansicht stimmen auch die Nebenphänomene, welche bei dem Eintritt von Luft in das Blut beobachtet werden. Ist nur wenig Luft eingedrungen, so hat dieses entweder gar keine weiteren Folgen, weil der Verstopfungsbezirk der Lungengefäße zu gering ist, oder es erzeugen sich momentane Athmungsbeschwerden und Ohnmacht, wenn er zwar größer ausfällt, aber noch überwunden werden kann. Eben so erläutert sich von selbst, weshalb eine Luftinjection in centrifugaler Richtung meist, wenn die Venenverbindungen nicht störend wirken, von keinen tödtlichen Folgen begleitet ist und weshalb der Eintritt unbedeutenderer Luftmengen selbst in das Herz ohne bleibenden Nachtheil bisweilen vertragen wird.

Von der frühesten Embryonalzeit bis zu dem Momente des Todes 399
dauert die Thätigkeit des Kreislaufes, so wie die des Athmens anhaltend fort. Die Herzpumpe und der Athmungsaspirator sind in ununterbrochener Wirksamkeit begriffen. Eine Function bedingt die andere. Wie die eine aufhört, steht auch bald darauf die andere still, und das Leben erlischt. Hierbei geht der Herzschlag allmälig aus. Seine Druckkraft verringert sich immer mehr. Die Pulsationen werden immer seltener und schwächer. Der Kreislauf verliert sich daher zuerst in entfernteren und dann in den dem Herzen näheren Theilen. Es zeigen sich zuletzt nur schwache Zusammenziehungen der Muskelfasern der Vorhöfe, welche das Blut nicht mehr forttreiben, sondern höchstens zum Schwanken bringen oder erschüttern, bis endlich Alles stille steht. Daher erkaltet auch ein Sterbender allmälig und zwar zuerst an den Händen, den Füßen und dem Kopfe und allmälig an dem übrigen Körper.

Nach dem Tode aber finden wir in der Regel eine ganz andere Vertheilung des Blutes als im Leben. Die Körperschlagadern führen keine Flüssigkeit der Art. Sie existirt dagegen in reichlicher Menge in den Capillaren des Körperkreislaufes sowohl als der Lungencirculation, in den Körpervenen und in den Verzweigungen der Lungenarterien und der Lungenvenen. Das rechte Herz führt noch verhältnißmäßig die größten Blutmengen, während sich eine geringere Quantität in dem linken Atrium und die geringste oder gar keine in dem linken Ventrikel vorfindet. Das Blut ist zum Theil geronnen. Da aber der Gerinnungsproceß bei der sehr langsamen Erkaltung der inneren Theile auf eine nur allmälige Weise erfolgt, so setzen sich leicht die Blutkörperchen größtentheils früher als die coagulirte Fibrine ab. Wir haben daher vorzüglich häufig im Herzen gelbe oder schwach röthlich gefärbte Deposita von Faserstoff, soge-

nannte falsche Herzpolypen. In Folge einzelner Krankheiten, z. B. des Typhus, des Faulfiebers, des Skorbutes, der Petechien u. dgl., bei Menschen und Thieren, welche vom Blitze getödtet, bei Thieren, welche zu Tode gehetzt worden sind, finden wir auch in einzelnen oder allen Körperarterien der Leiche Blut. Dieses sowohl als die in den meisten Fällen Statt findende *Leerheit der Arterien* nach dem Tode erklärt sich aus den Verhältnissen des allmäligen Absterbens des Herzens und der Todtenstarre der Schlagadern. Wie nämlich sowohl Versuche an Thieren als Beobachtungen an hingerichteten Menschen gelehrt haben (*Nysten*), stirbt der linke Ventrikel früher ab als der rechte, während der rechte Vorhof seine Zusammenziehungsfähigkeit am längsten beibehält. Es muß daher alles Blut in das Bereich des Lungenkreislaufes und der Körpervenen hinübergezogen werden. Nun haben wir gesehen, daß sich die Schlagadern unmittelbar nach dem Tode so sehr zusammenziehen, daß ihr Lumen zu einem großen Theile bis gänzlich verschwindet. Hört später diese ihre Contractilität auf, so tritt ihre Elasticität in Wirksamkeit. Eine nothwendige Folge derselben aber ist, daß sie dann mehr oder minder offen stehen und nicht wie entleerte Venen zusammenfallen. Wenn jedoch dieses Stadium beginnt, ist das Blut durch Gerinnung und Adhäsion in den Capillaren längst fixirt. Es können daher die Schlagadern bei ihrer wieder erscheinenden Oeffnung nach dem Tode keine größere Menge Blutes mehr einziehen. Sobald dagegen, wie bei Einwirkung der Electricität oder bei dem Hetzen bis zum Eintritte des Todes, die Herzkraft plötzlich erlahmt, oder wenn, wie bei dem Typhus oder den Faulfiebern, das Blut flüssiger bleibt, so muß es dann auch nothwendig mehr oder minder in den Schlagadern des Körperkreislaufes angetroffen werden. Eben so versteht es sich von selbst, daß in dem letzteren Falle weniger Blut in den Gefäßen des Lungenkreislaufes als gewöhnlich eingeschlossen sein wird.

400 Die *Chemie des kreisenden Blutes* bildet den Mittelpunkt aller bei dem Stoffwechsel unseres Körpers auftretenden Erscheinungen. Wie die Blutmasse durch die Thätigkeiten der Verdauung und der Einsaugung erneuert und wiederhergestellt wird, so ändert sie sich durch den Athmungsproceß auf wesentliche Weise um. Sie giebt Kohlensäure und Wasser an die atmosphärische Luft ab und nimmt Sauerstoff auf. In geringerem Maaße erfolgt etwas Aehnliches durch die Hautausdünstung, welche aber zugleich auch andere Materien aus dem Körper entfernt. Durch die verschiedenartigen Absonderungsprocesse werden eine Reihe von organischen Combinationen aus dem Blute abgeschieden. Diese machen theils andere Thätigkeiten möglich, theils führen sie Stoffe aus dem Körper gänzlich hinweg. Die Lehre von der Ernährung endlich bildet gewissermaßen die Abrechnung mit allen rein materiellen Erscheinungen des Körpers, oder mit sämmtlichen Phänomen des Stoffwandels. Sie erläutert die Einnahmen und die Ausgaben, welche hierzu nöthig sind, und den Gewinn oder den Verlust, welcher unter bestimmten Verhältnissen aus den Thätigkeiten unseres Organismus resultirt.

Athmen.

Der Athmungsmechanismus des Menschen und der mit Lungen nebst einer völlig abgeschlossenen Brusthöhle versehenen Thiere besteht darin, daß der sich abwechselnd erweiternde und verengernde Brustkasten auf die mit der äußeren Luft in Verbindung stehende Luftröhre mit ihren vielfachen Verzweigungen bis zu den Lungenbläschen hin aspirirend oder zusammendrückend wirkt. Hierdurch wird dann im Momente der Erweiterung der Brusthöhle ein Strom atmosphärischer Luft in die Trachea und deren Verzweigungen in den Lungen eingeführt, im Augenblicke der Verengerung des Brustkastens aber aus jenen Theilen wiederum ausgestoßen. Derjenige Act, durch welchen die Luft in die Lungen einstürzt, heißt die Einathmung, Inspiration, der entgegengesetzte die Ausathmung, Exspiration. Der chemische Proceß des Athmens ist dann eine natürliche Folge des physikalischen Herganges des Athmungsmechanismus. Denn die in die Lungen eingeführte atmosphärische Luft muß nicht bloß hier, da sie im Allgemeinen immer kälter ist, mehr oder minder erwärmt werden, sondern auch mit dem Blute in Wechselwirkung treten. Enthält daher die eingeathmete Luft eine nach der Differenz des Hygrometerstandes der Atmosphäre variable Menge von Wasser, so wird die ausgeathmete möglichst und auf eine ihrer Temperatur entsprechende Weise mit Wasserdampf gesättigt sein. Da aber die Atmosphäre dem Volumen nach 20,821 % Sauerstoff und nur Minima von Kohlensäure führt, so wird sie an das Blut, welches Kohlensäure oder kohlensaure Salze besitzt, nach den Gesetzen der Diffusion der Gase Sauerstoff abgeben und Kohlensäure aufnehmen. Der Stickstoffgehalt könnte sich hierbei gar nicht oder nur in sehr untergeordnetem Maaße ändern, weil das Blut selbst schon eine bedeutende Menge Stickstoff hat und ein reger Austausch mit der Atmosphäre in dieser Hinsicht unmöglich ist. Da aber die Menge der Kohlensäure, welche aus dem Blute innerhalb einer bestimmten Zeit abgegeben werden kann, so beschränkt ist, daß das Blut dafür nur einen Theil des in derselben Zeit eingeathmeten Sauerstoffes aufzunehmen im Stande ist, so ergiebt sich hieraus von selbst, daß die ausgeathmete Luft nicht bloß wärmer und ausgedehnter, sondern auch nur ärmer an Sauerstoff und reicher an Wasserdampf und an Kohlensäure als die eingeathmete sein müsse. 401

Der allgemeine Athmungsmechanismus beruht auf demselben physikalischen Principe, welches man bei den künstlichen Aspiratoren, den Blasebälgen und ähnlichen Vorrichtungen in Anwendung bringt. Die Brusthöhle bildet einen vollkommen luftdicht geschlossenen und mit beweglichen Wandungen versehenen Raum. Außer dem Herzen und den anderen in ihr befindlichen Weichgebilden birgt sie vorzugsweise die Lungen, welche in sich die Bronchialverzweigungen enthalten. Diese stehen mit der Luftröhre und die letztere mit dem Kehlkopfe in Verbindung. Der Larynx hat eine Communicationsöffnung, die Stimmritze, welche in die Rachenhöhle und von da einerseits durch die Choanen in die Nasenhöhle und anderseits durch 402

den Isthmus faucium in die Mundhöhle überführt. Da nun im Normalzustande die äußeren Mündungen der Nasenhöhle immer offen stehen und der vordere Ausgang der Mundhöhle hin und wieder geöffnet wird, so haben wir eine Verbindung zwischen dem Rauminhalte der in den Lungen vorhandenen Luftröhrenverzweigungen und der äußeren Atmosphäre, welche durch Vermittelung der beiden Brochi, der Luftröhre, der Stimmritze, der Rachenhöhle und der Mund- oder der Nasenhöhle oder der beiden letzteren zugleich hergestellt wird. Wenn wir nun z. B. an die Mündung eines Brunnerschen Aspirators eine Reihe von Röhren luftdicht anpassen und das Wasser aus dem oberen Behälter in den unteren abfließen lassen, so entsteht ein nach dem Aspirator hinstreichender Luftstrom, weil sich gewissermaßen der Raum vergrößert, indem zu dem des oberen Behälters derjenige hinzukommt, welcher der in den unteren abfließenden Wassermasse entspricht. Ganz das Gleiche haben wir im Momente des Einathmens. Der Brustkasten erweitert sich. Es muß daher ebenfalls durch den Druck der Atmosphäre getrieben, ein Luftstrom durch die Communicationsöffnung der Stimmritze in die Luftröhrenverzweigungen bis zu den Lungenbläschen einstreichen. Die Lungen werden sich so sehr mit Luft füllen oder so sehr an Volumen zunehmen, daß sie sich der inneren Oberfläche des erweiterten Brustkastens anlegen und daß die Pleura pulmonalis die Pleura costalis auf das Genaueste berührt.

Ist dieses geschehen, so steht dann, abgesehen von den durch die Temperaturdifferenzen bedingten Unterschieden, die in den Lungen enthaltene Luft unter demselben Drucke wie die äußere Atmosphäre. Sie muß daher so in's Gleichgewicht kommen. Wenn sich nun der Brustkasten im nachfolgenden Momente verengert, so übt er natürlich auf die in den Lungen enthaltene Luft einen Druck in centrifugaler Richtung aus. Diese wird, da sie dann unter dem atmosphärischen Drucke + dieser centrifugalen Pression steht, vermittelst der Communicationsöffnung der Stimmritze nach außen hervortreten. Es ist ganz derselbe Fall, wie wenn wir eine mit einer Flüssigkeit gefüllte Blase mit den Fingern zusammendrücken. Das Quantum der ausströmenden Luft wird aber der Größe des Druckes und des Widerstandes, welcher sich dem Ausflusse entgegensetzt, proportional sein. Aus diesem Grunde entleeren sich auch die Lungen durch eine Ausathmung nie vollständig und können daher bei der unmittelbar folgenden Inspiration weniger Luft, als ihrer absoluten Capacität entspricht, aufnehmen. Im Ganzen aber muß die Füllung und die Entleerung der Lungen mit der Größe der Erweiterung und der Verengerung des Brustkastens in geradem Verhältnisse stehen. Es wird deshalb durch eine intensive oder tiefe Einathmung mehr Luft aufgenommen, durch eine starke Ausathmung mehr ausgestoßen. In dem ersteren Falle werden die Lungen besser aufgeblasen, in dem letzteren vollständiger entleert.

Was die Luftcapacität der Lungen betrifft, so müssen wir drei verschiedene Arten derselben unterscheiden, nämlich 1) die künstliche absolute Capacität oder diejenige Menge von Luft, welche die aus der Leiche herausgeschnittenen unverletzten Lungen bei möglichst starkem Aufblasen auf-

nehmen. 2) Die natürliche absolute Capacität oder diejenige, welche bei möglichst starker Einathmung im Leben in die Lungen eingeführt werden kann und 3) die natürliche relative Capacität oder diejenige Quantität von Luft, welche, nachdem die unmittelbar vorhergehende Ausathmung die Lungen nur zum Theil entleert hat, durch eine erneuerte Einathmung eingesogen werden kann. Die natürliche absolute Capacität wird der relativen + der von den letzten Athemzügen übrig gebliebenen Luftmasse gleich sein. Die letztere ist keineswegs eine stabile, weil sie, sobald sie mehr erwärmt ist, leichter als die frisch eingezogene kältere Atmosphäre wird und schon deshalb zum Theil ausgetrieben werden muß. Dadurch, daß die Natur eine natürliche absolute und relative Capacität der lebenden Lungen herstellt, gewinnt sie nur den Vortheil, daß in jedem Momente eine Quantität von Atmosphäre für die Wechselwirkung mit dem Blute vorräthig bleibt. Weil aber die Capacität des Brustkastens im Momente der tiefsten Einathmung der größtmöglichen Ausdehnung der Lungen im Wege steht, so erhellt von selbst, daß das möglichst starke Aufblasen der Lungen nach dem Tode bei geöffnetem Thorax oder die Bestimmung der künstlichen absoluten Capacität derselben bloß ein morphologisches Interesse hat, für die Physiologie dagegen keine sicheren Resultate liefern kann. Diese muß einzig und allein die natürliche absolute und die relative Capacität zu erforschen suchen.

Für das Spiel des Blasebalges, welchen wir in unserem Brustkasten 403
und unseren Lungen haben, ist die Integrität des Thorax unerläßlich nothwendig. Hört der luftleere Raum in demselben auf, so können sich auch die Lungen durch keine bloße Einathmung mehr normal ausdehnen. Da aber der rechte und der linke Lungenfellraum von einander getrennt sind, so wird es möglich, daß auf diesem Wege die eine Lunge außer Thätigkeit gesetzt wird, während die andere zu functioniren fortfährt. Wird der Brustkasten durch einen Schuß oder eine andere Verletzung in einer bedeutenderen Strecke geöffnet, so sinkt sogleich die entsprechende Lunge zusammen, während die andere in ihrer Aspiration fortfährt. Treffen Eingriffe der Art beide Seitenhälften des Thorax, so hört die Respiration bald auf, und der Tod folgt auf der Stelle nach. Sind aber die Verletzungen nur spaltenförmig oder überhaupt so klein, daß eine Verschließung der Oeffnung möglich wird, so kann auch das Aspirationsspiel wieder eintreten. Auf eigenthümliche Weise gestalten sich die Verhältnisse, wenn die Oeffnung des Brustkastens von der unverletzten Haut bedeckt wird. Hier aspiriren zwar die Lungen im Momente des Einathmens. Allein bei der Exspiration entweicht die Luft nicht bloß durch die gewöhnliche Communicationsöffnung, die Stimmritze, sondern auch durch diejenige Mündung, welche in dem Thorax befindlich ist. Sie wird dann in dem unter der Haut liegenden Zellgewebe immer weiter fortgeschoben. Wir erhalten so eine unter dem Drucke des Fingers knisternde, sich mit der Zahl der Athemzüge schneller oder langsamer vergrößernde Hautgeschwulst, ein Emphysema cutaneum. Dehnen sich dagegen nur einzelne Lungenbläschen übermäßig aus, so haben wir ein falsches Lungenemphysem. Dieser Zu-

stand tritt ein, wenn sich anhaltend ein Hinderniß dem vollständigeren Austritte der Luft aus den Lungen im Momente der Exspiration entgegenstellt. Bersten dagegen einige Lungenbläschen, so daß die Luft unterhalb der Lungenpleura extravasirt, so entsteht ein wahres Lungenemphysem. Eine krankhafte Ansammlung von Eiter oder anderen Flüssigkeiten zwischen der Pleura costalis und der Pleura pulmonalis — ein Zustand, den man mit dem Namen des Empyems bezeichnet — kann zwar natürlicher Weise das Spiel des Blasebalges der Lungen und des Thorax beschränken und die natürliche absolute Capacität der entsprechenden Lungentheile verringern, nicht aber die ganze Thätigkeit der Respirationsorgane sogleich aufheben.

404 Das Offenbleiben der Communicationsmündung, der Stimmritze, ist, wie sich von selbst ergiebt, für den normalen Athmungsproceß ein wesentliches Erforderniß. Verstopft ein hineingefallener Körper die Glottis, wird sie durch einen Muskelkrampf zusammengeschnürt oder auf andere Weise eingeengt, so wird auch in gleichem Maaße ihrer Beschränkung das gesammte Athmungsspiel unmöglich gemacht oder reducirt. Es treten dann der Tod oder Erstickungsgefahr als nothwendige Folgen auf. Da es sich jedoch in solchen Fällen um die bloße Bildung einer Communicationsöffnung handelt, so können wir den Mangel heben, wenn wir eine neue Mündung im Laufe der Luftröhre künstlich herstellen oder den Luftröhrenschnitt, die Tracheotomie, verrichten. Bringen wir der Sicherheit wegen durch die Oeffnung eine Canüle ein, so wird durch diese Luft aspirirt, und der Athmungsproceß kann bei Menschen, wie bei Thieren, Jahre lang auf diesem Wege fortdauern. Bei alten Pferden, welche an Verengerung der Glottis leiden, legt man mit vielem Erfolge solche künstliche Athmungscanäle, deren Herstellung auch bei einzelnen Menschen geglückt ist, an. Beruht dagegen das Hinderniß auf einer die Trachea verstopfenden Ausschwitzung oder befindet es sich unter einer zugänglichen Stelle der Luftröhre, so muß die Tracheotomie erfolglos bleiben. Diesen Fall sehen wir daher häufig bei Croupaffectionen eintreten.

405 Da der oberste Theil der Rachenhöhle, mit welcher die Stimmritze zunächst in Verbindung steht, zwei Ausgangsöffnungen, die Nasenhöhle und die Mundhöhle, darbietet, so kann der zur Respiration dienende Luftstrom auf beiden Wegen oder auf je einem allein einstreichen und hervorgetrieben werden. Wir sind daher auch im Stande, durch die Nase allein oder durch den Mund allein oder durch beide ein- und auszuathmen oder durch jene zu inspiriren, durch diese zu exspiriren und umgekehrt. Wie aber die Natur Alles auf das Zweckmäßigste einrichtet, nicht das Geringste dagegen als bloßen Ueberfluß herstellt, so werden wir auch in der Folge sehen, daß diese doppelten Wege nothwendig waren, um die mannigfaltigen Modificationen, deren wir bei den verschiedenen Athmungsweisen bedürfen, möglich zu machen.

406 Im Momente des Einathmens vergrößert sich der Innenraum des Brustkastens in allen drei Dimensionen, nämlich von rechts nach links und von hinten nach vorn durch die Bewegungen des Rippenkorbes, und von

oben nach unten theils noch durch diese, vorzüglich aber durch das dann erfolgende Hinabsteigen des Zwerchfelles. Während sich nämlich alsdann das letztere abflacht, werden die Rippen in die Höhe gezogen und nach vorn und außen gewendet. Das Brustbein folgt dann dieser Bewegung mehr oder minder nach. Im Augenblicke der Ausathmung kehren die Theile wiederum in ihre alte Lage zurück. Da aber diese der natürlichen Stellung derselben entspricht und zu einem großen Theile von selbst eintritt, so folgt hieraus, daß, wie es die Erfahrung bestätigt, ein weit größerer Aufwand von Muskelkraft zur Inspiration als zur Exspiration erforderlich ist. Auch nach der Intensität des Ein- und des Ausathmungsprocesses müssen in dieser Beziehung wesentliche Verschiedenheiten hervortreten. Das stille ruhige Athmen, wie es gewöhnlich erscheint, erfordert eine weit geringere Anzahl von Muskeln als das stärkere oder als dasjenige, welches bei eintretender Athmungsnoth zum Vorschein kommt. Diejenigen Muskeln, welche bei dem Einathmen thätig sind, heißen Einathmungs- oder Inspirationsmuskeln, diejenigen, welche bei der Ausathmung mitwirken, Ausathmungs- oder Exspirationsmuskeln. Einzelne von ihnen können aber, vorzüglich bei tieferem Athmen, nur dann functioniren, wenn ihnen andere Muskeln, die man daher mit dem Namen der Fixatoren bezeichnet, durch ihre Thätigkeit befestigte Standpunkte bereiten.

Zu den Einathmungsmuskeln im weitesten Sinne des Wortes 407
gehören

1) Das Zwerchfell (Diaphragma), welches sich im Momente der Einathmung mehr oder minder energisch zusammenzieht. Da nun zu dieser Zeit die Rippen nach auswärts bewegt werden, so können die sich contrahirenden Muskelfasern des Zwerchfelles nur auf den sehnigten Mitteltheil wirken, diesen verflachen und nach der Bauchhöhle hinabziehen. Der Vertheilung der Muskulatur gemäß müssen hierbei die seitlichen Parthieen am stärksten, die hintere weniger und die vordere in unbedeutendstem Maaße herabgeführt werden. Wenn daher die Brusthöhle durch die Zusammenziehung des Diaphragma in ihrer Längendimension zunimmt, so trifft die Raumerweiterung vorzugsweise diejenigen Gegenden, in welchen sich die Lungen befinden, in weit geringerem Maaße aber die Localität des Herzens. Der an der oberen Fläche des Zwerchfelles angewachsene Herzbeutel muß den Bewegungen folgen. Weder die Hohlvene noch die Aorta können aber durch diese Contractionen beeinträchtigt werden, weil sowohl um das Foramen quadrilaterum als um den Hiatus aorticus mehr oder minder sehnigte Fasern als Schutz herumgehen. Es erleidet auf diese Weise der Kreislauf der Bauchhöhle und der unteren Extremitäten keine Störung. Dagegen wird der Hiatus oesophageus allerdings eingeengt werden können. Dieser momentane Verschluß der Speiseröhre ist aber natürlich gleichgültiger. Durch das Herabtreten des Zwerchfelles müssen zunächst die Leber, der Magen und die Milz und überhaupt mehr oder minder alle Baucheingeweide vorgeschoben werden. Da nun in diesem Momente bei ruhigem Athmen die Bauchmuskeln erschlafft sind, so können die genannten Theile

nicht bloß nach dem Becken hin, sondern auch nach vorn gegen die nachgiebigen Bauchdecken ausweichen. Es wird daher bei tiefen Inspirationen ein Maximum von Raum für die Ausdehnung der Brusthöhle und der Lungen gewonnen. Auf eine nicht minder zweckmäßige Weise verändern sich diese Verhältnisse, wenn sich, wie dieses z. B. bei dem Drücken während der Stuhlentleerung der Fall ist, Zwerchfell und Bauchmuskeln gleichzeitig zusammenziehen. Denn dann können die gepreßten Baucheingeweide nur nach dem Becken hin ausweichen. Die Druckkraft muß aber nach dieser Richtung besonders verstärkt sein, weil der Raum sowohl in der Direction von oben nach unten als in der von vorn nach hinten und von rechts nach links vermindert wird. Es wirken daher die gesammten Bauchwandungen auf die einzige Ausgangsöffnung des Beckens. Im Momente der Ausathmung erschlafft das Zwerchfell, und es müßte schon durch den äußeren Luftdruck, welcher auf die Bauchdecken und von da durch die Vermittelung der Baucheingeweide auf das Diaphragma wirkt, zu seiner Convexität zurückkehren. Allein die dann eintretende Zusammenziehung der Bauchmuskeln unterstützt und vergrößert noch diese Bewegungsweise, so daß dann der Raum der Brusthöhle nur mit um so größerer Energie in der Richtung von unten nach oben verkleinert wird.

2) Um die Rippenbewegungen möglich zu machen, ziehen sich bei jeder Inspiration die drei Rippenhalter (Scaleni) zusammen, heben auf diese Weise die erste und zum Theil die zweite Rippe, fixiren sie aber zugleich, um so anderen bald zu erwähnenden Muskeln anderer Rippen feste Stützpunkte zu liefern. Die Scaleni sind daher in doppelter Rolle, sowohl als Einathmungsmuskeln wie als Fixatoren thätig. Unter ihnen ist der mittlere (Scalenus medius) der bedeutendste, weil er nicht bloß auf die erste Rippe am energischsten wirkt, sondern auch auf die zweite einen directen Einfluß ausübt. Er entspringt daher auch mit 7 Zipfeln von den Querfortsätzen aller sieben Halswirbel, bietet eine verhältnißmäßig breite Insertion an der äußeren Fläche und dem oberen Rande der ersten Rippe dar und entsendet noch ein Bündel zur zweiten Rippe. Dieses muß zur Annäherung der letzteren an die erste Rippe oder zur stärkeren Fixation der ersteren beitragen. Mit geringerer Kraft werden der vordere Rippenhalter (Scalenus anticus), welcher von den unteren Rändern der 4 untersten Halswirbel, und der hintere Rippenhalter (Scalenus posticus), welcher mit 1 — 3 Zipfeln von den Spitzen der hinteren Wurzeln der Querfortsätze der untersten Halswirbel entspringt, wirken. Allein bei ihrem zweckmäßigen Verlaufe wird auch bei ihnen möglichst viel an Stärke gewonnen. Der vordere Rippenhalter bildet auf diese Weise einen Succurs für die erste, der hintere zum Theil für die zweite Rippe. Zugleich dienen alle Rippenhalter, den obersten Brustraum zu begrenzen und schließen zu helfen.

3) Die beiderlei Arten der Rippenheber, die kurzen und die langen (Levatores costarum breves et longi) stimmen im Allgemeinen darin überein, daß sie die Rippen in die Höhe führen und, so weit es ihnen möglich ist, nach außen zu drehen suchen. Allein die Verschiedenheit der

Localität macht auch eine verschiedene Anordnungsweise derselben erforderlich. Bei der Herstellung der 12 kleinen Rippenheber berücksichtigt die Natur nur die Nothwendigkeit, daß jede Rippe eine Vorrichtung der Art erhalte. Sie läßt daher den ersten kurzen Rippenheber von dem Querfortsatze des siebenten Halswirbels, den letzten von dem des elften Rückenwirbels entspringen. Der oberste ist der kleinste, weil die erste Rippe die fixirteste sein muß und daher die eigenthümliche Thätigkeit der Levatores costarum in geringstem Maaße in Anspruch nehmen darf. Nach unten zu werden aber die auf einander folgenden kurzen Rippenheber mit ihren unteren Ansätzen immer breiter, weil sie bei den tiefer gelegenen Rippen progressiv immer mehr Spielraum für ihre Thätigkeit gewinnen und weil sich hier die Rippenwinkel mehr von der Mittellinie entfernen. Die langen Rippenheber bilden ein Succursale für die vier untersten kurzen, welche die größte Beweglichkeit darbieten, und wirken auf sie um so mehr, als sie durch ihren höheren Ursprung von den Querfortsätzen des siebenten bis zehnten Rückenwirbels an Länge gewinnen.

4) Die Thätigkeit der Zwischenrippenmuskeln (Intercostales) besteht darin, daß sie bei ihrer Verkürzung die nächstfolgende der nächst oberen Rippe nähern. Ist nun die erste und zum Theil die zweite Rippe durch die Zusammenziehung die Scaleni fixirt, so wird durch die entsprechenden Intercostalmuskeln jede Rippe gegen die vorhergehende hinaufgezogen und dadurch zugleich so weit befestigt, daß die nächstfolgende wiederum an ihn emporgehoben werden kann. Die Zwischenrippenmuskeln haben daher ebenfalls gewissermaßen die beiderseitige Rolle von Inspiratoren und Fixatoren. Ob sich die inneren und die äußeren Intercostalmuskeln in ihren Wirkungen wesentlich von einander unterscheiden, oder ob sie den Effect, wie wahrscheinlicher sein dürfte, durch ihre in entgegengesetzten Richtungen verlaufenden Fasern einzig und allein verstärken, steht dahin. Dadurch aber, daß alle Intercostalmuskeln bei dem Einathmen gleichzeitig thätig sind, wird ein doppelter Zweck erzielt. a) Indem sie die Rippen gegenseitig heben, wird zwar scheinbar die Länge des Brustkastens verringert; allein durch das gleichzeitige Herabsteigen des Zwerchfelles wird dieses mehr als compensirt. Dafür b) muß bei dieser Bewegungsweise durch die Thätigkeit der Rippenknorpel der untere Theil des Brustbeines mit dem Schwertfortsatze in der Richtung nach vorn und oben vorgeschoben werden. Der Innenraum des Thorax verliert daher durch die Zusammenziehung der Intercostalen nichts an Länge, sondern gewinnt eher auf secundärem Wege an dieser und erhält zugleich eine Vergrößerung in der Richtung von vorn nach hinten, die besonders seinen mittleren und unteren Theil, mithin seine weiteren Parthieen trifft.

5) Die schwachen Unterrippenmuskeln (Subcostales s. Infracostales) unterstützen die Zwischenrippenmuskeln. Ihre Inconstanz, so wie der Umstand, daß nur 10 Paare derselben selbst bei ihrer vollständigsten Entwickelung vorhanden sind, daß sie auch von oben nach unten an Breite zunehmen, daß die zweite und die elfte Rippe von ihnen übersprungen werden, zeigt einerseits, daß ihre Wirkung eine bloß unterstützende ist und

stimmt anderseits mit dem, was eben über die Wirkung der Intercostalmuskeln angeführt worden ist, überein.

Bei ganz ruhiger Inspiration werden wahrscheinlicher Weise außer der Function des Zwerchfelles nur die Thätigkeiten der Scaleni, der Levatores costarum breves und longi, der Intercostales externi und interni und der Infracostales in Anspruch genommen. Die Scaleni heben und fixiren die erste und zum Theil die zweite Rippe. Die Intercostales ziehen jede folgende Rippe an die nächst vorhergehende hinauf und stellen so die erstere für die gleiche Thätigkeit der nächstfolgenden fest. Indem sich auf diese Weise der knöcherne Thorax verkürzt, der gesammte Brustraum aber durch die mitwirkende Thätigkeit des hinabsteigenden Zwerchfelles an Länge mehr gewinnt, wird vorzüglich der untere weitere Theil des Thoraxraumes vermöge der Wirkung der Rippenknorpel in der Richtung von hinten nach vorn dadurch vergrößert, daß sich das Brustbein mit dem Schwertfortsatze in einer schieferen Ebene von oben und hinten nach unten und vorn neigt. Die Infracostales unterstützen die Wirkung der Intercostalmuskeln. Die Levatores costarum endlich heben und drehen die Rippen nach außen, damit so der Brustkorb weiter werde. Diese ganze Einrichtung, so wie die des Knochengerüstes des Thorax bedingt es aber, daß die Erweiterung der Brusthöhle, je mehr nach unten, um so bedeutender und so auch der größeren Capacität dieses Theiles des Thoraxraumes entsprochen wird. Bei tieferen Inspirationen aber treten dann noch mehrere andere Muskeln in Wirksamkeit, nämlich

6) Der obere hintere Sägemuskel (Serratus posticus superior), welcher sich in der Regel an die äußeren Flächen der zweiten bis fünften, seltener der sechsten Rippe ansetzt, die genannten Rippen nach hinten und oben zieht und so zur größeren Erweiterung der Brusthöhle beiträgt. 7) Der untere hintere Sägemuskel (Serratus posticus inferior) unterstützt ebenfalls und zwar durch seine Wirkung auf die vier untersten Rippen die Vergrößerung des Thoraxraumes. Zu gleicher Zeit aber stellt er vielleicht auch einen Fixator dar, indem er die Rippen, auf welche er seinen Einfluß ausübt, fester macht und so dem Zwerchfelle zu einer energischeren Zusammenziehung Gelegenheit giebt (Theile)[1]. 8) Der große oder vordere Sägemuskel (Serratus anticus major s. anterior) kann, wenn das Schulterblatt durch den Kappenmuskel (Cucullaris s. Trapezius), durch den kleineren oder oberen und den größeren oder unteren Rautenmuskel (Rhomboideus minor s. superior und Rhomboideus major s. inferior), so wie durch den Schulterheber (Levator scapulae s. l. anguli scapulae) in die Höhe gezogen und fixirt ist, die 8 oberen Rippen, an welche er sich ansetzt, heben und nach außen führen. In weit schwächerem Grade vermag 9) der kleine Brustmuskel (Pectoralis minor s. Serratus anticus minor), je nachdem er sich an die zweite bis vierte, die dritte bis fünfte, die zweite bis fünfte oder die dritte bis sechste Rippe anfügt, unter den-

---

[1]) S. Th. v. Sömmerring Lehre von den Muskeln und Gefäßen des menschlichen Körpers. Umgearb. von F. W. Theile. Erste Abth. (Muskeln). Leipzig. 1841 8. S. 135.

selben Bedingungen der Fixation der Schulter ähnliche Effecte auszuüben. 10) Bei festgestelltem Kopfe kann der Kopfnicker (Sternocleidomastoideus), welcher dann an dem Processus mastoideus seinen festen Anhaltspunkt findet, durch Hebung des Brustbeines und des Schlüsselbeines die Einathmung begünstigen. 11) Der absteigende Nackenmuskel (Cervicalis descendens) hebt, an seinem anderen Ende fixirt, diejenigen Rippen, an welche sich seine Insertionen anfügen. Diese sind in der Regel die dritte bis sechste, bisweilen die 6, bisweilen sogar die 10 obersten Rippen. Endlich 12) muß unter Voraussetzung der Fixation des Schulterblattes der Schlüsselbeinmuskel (Subclavius) die erste Rippe nach oben und etwas nach vorn ziehen. Hieraus ergiebt sich aber, daß wir bei tieferen Einathmungsbewegungen den Kopf auf irgend eine Weise fixiren und die Schulterblätter nach oben und schief von innen und oben nach außen unten emporziehen und stellen müssen, um die Thätigkeit der genannten, dann noch wirksamen Inspirationsmuskeln möglich zu machen. Jene Schulterbewegung ist daher die Vorläuferin, nicht aber die Folge des tieferen Einathmens.

Da die natürliche und ruhende Stellung des Brustkorbes diejenige 408
ist, welche der Ausathmung entspricht, so bedarf es, wie schon erwähnt wurde, zur Exspiration keines solchen Muskelaufwandes wie zur Inspiration. Sobald die Einathmungsmuskeln erschlaffen, müssen die Theile ihrer Elasticität wegen in ihre alte Lage zurückkehren. Die künstlich geschaffene Raumvergrößerung des Thorax wird dann wegfallen. Die Lungen, welche jene Volumensvermehrung des Brustkastens zu ihrer Capacitätsverstärkung benutzt haben, werden jetzt zusammengedrückt werden. Es muß so schon von selbst, wenn die Stimmritze geöffnet ist, ein centrifugaler Exspirationsstrom der in den Athmungsorganen enthaltenen Luft entstehen. Die Ausathmungsmuskeln können daher diese Wirkung nur vergrößern oder neben diesem Nutzen noch andere Nebenzwecke erfüllen. Zu ihnen gehören aber

1) Vor Allem die Bauchmuskeln, nämlich der äußere schiefe Bauchmuskel (Obliquus abdominis externus s. descendens), der innere schiefe Bauchmuskel (Obliquus abdominis internus s. descendens), der quere Bauchmuskel (Transversus abdominis), der gerade Bauchmuskel (Rectus abdominis) und die Pyramidenmuskel (Pyramidalis) auf jeder Seite. Die beiden schiefen Bauchmuskeln vermindern bei ihrer Zusammenziehung, indem sie den Brustkorb nach dem Becken hinabzuführen suchen, die Dimension der Bauchhöhle von oben nach unten, und indem sie von der Linea alba nach den Rippen und dem Hüftbeinkamme hinwirken, die von vorn nach hinten und von rechts nach links. Diese Verkleinerung des Querschnittes des Bauchraumes wird noch durch die Thätigkeit der beiden queren Bauchmuskeln vervollständigt. Die geraden Bauchmuskeln ziehen den Thorax hinab und werden hierin von den Pyramidenmuskeln, so weit dieses deren Ausbildung erlaubt, unterstützt. Unter diesen Verhältnissen verengert sich daher die Bauchhöhle, wenn sich alle genannten Bauchmuskeln zusammenziehen, sowohl in ihrem queren Durchschnitte als in ihrer Längenachse. Die durch die Einathmung herabge-

triebenen Baucheingeweide werden dann im Momente der Exspiration durch den Druck der Bauchdecken hinaufgedrängt. Da aber um diese Zeit das Zwerchfell erschlafft ist, so kann die Druckkraft von unten nach oben gegen die Brusthöhle um so ungehinderter wirken und die Ausdehnung der letzteren, vorzüglich in der Dimension der Länge verringern. Bei dem gewöhnlichen ruhigen Athmen ist das Spiel der Bauchmuskeln verhältnißmäßig sehr gering oder fehlt selbst fast gänzlich. Es wird dagegen bei stärkeren Ausathmungsbewegungen bedeutender und erreicht, wenn mechanische Hindernisse oder chemische Abweichungen des Blutes oder beide Momente zugleich den Respirationsproceß stürmischer machen, einen solchen Grad, daß die Bauchdecken auf eine sehr augenfällige Weise auf- und zurückklappen. Man nennt dann diesen Zustand die Bauchathmung (Respiratio abdominalis).

Bei allen bisher geschilderten Athmungsbewegungen fällt die Zusammenziehung der Bauchmuskeln mit der Erschlaffung des Zwerchfelles zusammen. Allein auch die Contraction des letzteren kann, wie schon angeführt wurde, mit der der Bauchmuskeln coincidiren. Dann müssen diese nicht nur nicht zur Verengerung, sondern sogar zur Erweiterung des Thorax, indem sie diesen hinabziehen, beitragen. Es wird in diesem Falle nur eine desto intensivere gleichzeitige Inspiration möglich, und die Baucheingeweide werden nur mit desto größerer Energie durch den Druck der Lungen, des Zwerchfelles und der Bauchdecken nach dem Becken hingetrieben, so daß dann durch diese starke Einwirkung Excremente, Urin, der Fötus um so eher durch die entsprechenden Oeffnungen hervortreten. Unter diesen Verhältnissen erlangt auch wahrscheinlicher Weise 2) der viereckige Lendenmuskel (Quadratus lumborum) eine bedeutendere Wirksamkeit, indem er einerseits die letzte Rippe nach abwärts zieht und anderseits mit Beihülfe des hinteren und unteren Sägemuskels die unteren Rippen überhaupt mehr fixirt und eine um so kraftvollere Zusammenziehung des Zwerchfelles möglich macht. In diesem Falle unterstützen wir auch die Wirkungen instinctmäßig, indem wir uns zusammenkrümmen oder gar mit den Händen gegen die Bauchdecken in der Richtung von vorn nach hinten und von oben nach unten drücken. Endlich kann auch noch 3) der innere Brustmuskel (Sternocostalis s. Triangularis sterni), welcher den Querschnitt der Brust verengern hilft, als Exspirationsmuskel angesehen werden.

409 Bei der Beweglichkeit des Kopfes und aller Theile der Wirbelsäule müssen diese Parthieen des Skelettes mehr oder minder fixirt sein, wenn die meisten der genannten Inspirations- und Exspirationsmuskeln wirken sollen. Alles ist aber in unserem Körper so eingerichtet, daß diese Effecte bei den verschiedensten Lagen und Stellungen des Körpers noch möglich bleiben. Man kann diejenigen Muskeln, welche in der Regel hier in Anspruch genommen werden, mit dem Namen der Fixatoren bezeichnen. Die wichtigsten von ihnen sind 1) der Bauschmuskel des Kopfes (Splenius capitis), welcher, wenn einer allein wirkt, den Kopf nach seiner Seite hin wendet. Sind beide gleichzeitig in Thätigkeit, so fixiren sie den Kopf aufrecht oder sogar nach hinten gerichtet auf der Wirbelsäule. In bei-

den Fällen können dann die Kopfnicker an den Processus mastoidei ihren festen Anhaltpunkt nehmen. 2) Der Bauschmuskel des Halses (Splenius colli) muß diese Wirkung unterstützen, indem er bei einseitiger Wirkung den Halstheil der Wirbelsäule um seine Achse dreht und so feststellt. Die beiderseitigen Muskeln erhalten den Halstheil der Wirbelsäule in gestreckter Lage. 3) Der zweibäuchige Nackenmuskel (Biventer cervicis) streckt den Kopf entweder allein oder in Verbindung mit seinem Genossen der anderen Seite und fixirt ihn in dieser Stellung. 4) Dieser Effect wird auch durch die beiden durchflochtenen Muskeln (Complexi) in höherem Grade unterstützt. 5) Der schwächere Nackenmuskel (Trachelomastoideus) kann den Kopf mit der Halswirbelsäule in seitlicher Beugung fixiren helfen. Beide zugleich begünstigen die Biegung nach hinten. 6) Durch den langen Rückenmuskel und den Hüftbein-Rippenmuskel (Longissimus dorsi et Sacrolumbaris s. Ileocostalis), welche wahrscheinlich stets gleichzeitig wirken, wird die Wirbelsäule bei einseitiger Thätigkeit derselben nach dieser Seite hin gekrümmt, bei beiderseitiger Action dagegen gestreckt, so daß sie in beiden Fällen in der Rolle einer fixirten Stange auftritt. Außerdem können noch der größere und der kleinere hintere gerade Kopfmuskel (Rectus capitis posticus major et minor), der obere und untere schiefe Kopfmuskel (Obliquus capitis superior et inferior), der Dornmuskel des Nackens (Spinalis cervicis), der des Rückens (Spinalis dorsi), der Halbdornmuskel des Rückens (Semispinalis dorsi), der vieltheilige Rückgrathmuskel (Multifidus spinae), die Zwischendornmuskeln, vorzüglich die des Halses (Interspinales colli), die Zwischenquerfortsatzmuskeln (Intertransversarii), die Dreher des Rückens (Rotatores dorsi) u. dgl. als Fixatoren wirken. Es ergiebt sich aber von selbst, daß die Fixation eine äußerst verschiedenartige zu sein und durch die mannigfaltigsten Combinationen einzelner der genannten und selbst anderer Muskeln zu Stande zu kommen vermag.

Die Art und Weise, wie diese verschiedenartigen Muskeln in ihrer gehörigen Combination durch die Thätigkeit des Nervensystemes in ihr nothwendiges reguläres Spiel versetzt werden, wird in demjenigen Abschnitte, welcher von der Physiologie des Nervensystemes handelt, ausführlich erörtert werden.

Nur bei normaler Form und Beweglichkeit des Thorax und der Rückenwirbelsäule kann auch ein regelrechtes Athmungsspiel durch die Thätigkeit der Inspiratoren, der Exspiratoren und der zeitigen Fixatoren zu Stande kommen. Wir sehen daher auch, daß sehr verwachsene und buckelige Personen mehr oder minder abnorm athmen oder bei den geringsten Anstrengungen Hindernisse empfinden. Da aber zugleich durch die Krümmungen der Wirbelsäule und die Verbiegungen der Rippen die Lungen selbst in ihrer Ausdehnung mehr oder minder und oft auf eine sehr bedeutende Weise genirt sind, so ist eine mehr oder minder unvollständige Respiration die Folge eines solchen Leidens. Individuen der Art sind daher fast immer schwächlich. Hat die Verwachsung und mit ihr das Hinderniß des Lungenkreislaufes einen sehr bedeutenden Grad erreicht, so öffnet sich bisweilen sogar das eirunde Loch in der Scheidewand der Vorkammern des Herzens, und ein Theil des Körpervenenblutes gelangt wiederum in die Aorta, ohne vorher durch die Lungen gegangen zu sein. Aus jenen Beschwerden der Athmung erklärt sich auch, weshalb sehr verwachsene Personen bisweilen sehr schnell Lungenaffectionen, die im Anfange unbedeutender zu sein scheinen, unterliegen.

Bei tieferen Athembewegungen, bei einer Neigung des Kopfes nach 410
vorn, oder überhaupt bei Stellungen, in welchen keine größere Anspan-

nung der Theile des Halses Statt findet, senkt sich der Kehlkopf im Momente der Inspiration etwas hinab und steigt im Augenblicke des Ausathmens von Neuem empor. Bei gedehntem Halse wird diese Bewegung unbedeutender oder scheint selbst ganz unmerklich werden zu können. Im Innern des Kehlkopfes spielt die Stimmritze ebenfalls auf eine dem Athmungsmechanismus entsprechende Weise, indem sie sich bei jeder Inspiration erweitert, bei jeder Ausathmung dagegen verengt (Magendie). Je nachdem wir endlich die Luft durch den Mund oder die Nase einziehen oder ausstoßen, stellen wir instinctmäßig die einzelnen Theile in die passende Lage und agiren anderseits mit den hierzu nothwendigen Gesichtsmuskeln auf zweckmäßige Weise. Bei ruhigem Athmen durch die Nase mit geschlossener Mundhöhle bleiben beide Gaumenbogen unbeweglich. Dasselbe ist, wie man leicht sieht, bei offenem Munde und sehr ruhiger Respiration der Fall. Macht ein Mensch den Mund weit auf, drückt man ihm mit dem Finger die Zunge etwas hinab und läßt ihn alsdann tief einathmen, so ziehen sich die hinteren Gaumenbogen mit dem Zäpfchen in die Höhe. Die Spitze des letzteren macht bisweilen, jedoch bei Weitem nicht immer, eine Wendung nach vorn und etwas nach oben. Bei sehr tiefen Inspirationen nähern sich hierbei vorzüglich die unteren Theile der hinteren Gaumenbogen der gegenüberliegenden Hinterwand des Pharynx, so daß sie dieselbe sogar berühren. Bei tiefen Exspirationen senkt sich der ganze weiche Gaumen. Die hinteren Gaumenbogen treten etwas mehr gegen einander. Jedoch bleibt zwischen ihnen noch ein verhältnißmäßig beträchtlicher Raum offen. Das früher zusammengezogene und mit Querrunzeln versehene Zäpfchen verlängert sich, tritt schief von oben und hinten nach vorn und unten hervor und wird bisweilen, sobald der stärkere Luftstrom hervorschießt, schneller nach vorn geschoben oder geräth in anhaltendere Vibrationen. Die Erscheinungen bleiben dieselben, wenn man mit dem Finger der einen Hand die Zunge niederdrückt, mit den Fingern der andern dagegen die Nasenlöcher verschließt. Auch bei ruhiger Lage der Zunge im Munde tritt das lebhafte Aufsteigen des Zäpfchens und zum Theil des weichen Gaumens während der starken Inspiration und das Niedersteigen dieser Gebilde bei tiefen Exspirationen sehr deutlich hervor. Eben so bleiben diese Phänomene bei zugehaltener Nase deutlich. Sie schienen mir aber hier in der Regel mit geringerer Intensität aufzutreten. Jedoch finden in dieser Beziehung sehr bedeutende Individualitätsverschiedenheiten Statt. Ich begegnete Menschen, deren weicher Gaumen mit dem Zäpfchen auch bei den tiefsten In- und Exspirationen vollkommen ruhig blieb, anderen, deren Gaumen sich zwar etwas hob und senkte, deren Zäpfchen aber die oben geschilderten Lagenveränderungen nicht vornahm. Ohne Zweifel kommen hierbei die Unterschiede der Größe der Oeffnung, der Quantität der eingezogenen und der ausgestoßenen Luft und die Schnelligkeit der Bewegung der letzteren in Betracht, so daß alle diese Thätigkeiten des weichen Gaumens nur die Folgen jener complicirten Momente sind und daher so verschiedenartige Angaben verursacht haben.

Athmen wir bei geschlossenem Munde ein, so bewegen sich bei jeder

Inspiration die Nasenflügel mehr oder minder nach außen und kehren bei der darauf folgenden Exspiration zu ihrer alten Stelle wiederum zurück. Inspiriren wir bei offenem Munde, so bleiben sie entweder ruhig oder wiederholen immer noch bald in verringertem, bald in unvermindertem Maaße ihre früheren Bewegungen. Diese werden bei tiefen Inspirationen stärker und bei der Athmungsnoth am stärksten. Ihre vorzüglichsten Erreger sind der hintere und der vordere Erweiterer des Nasenloches (Dilatator narium posterior et anterior). Wenn wir still sitzen, so ziehen wir die Luft durch die Nasenhöhle ein und stoßen sie auch auf diesem Wege aus, halten dagegen den Mund geschlossen. Hierzu führt uns die Zweckmäßigkeit eines Instinctgefühles, weil sonst mit jeder Exspiration ein warmer Luftstrom durch die Mundhöhle streichen und die hier größeren und durch weniger Schleim geschützten Verdunstungsflächen zu sehr austrocknen würde. In der That stellt sich auch früher oder später nach anhaltendem Athmen durch die Mundhöhle ein Gefühl von Trockenheit ein. Wir müssen trinken, d. h. durch eine von außen eingebrachte Flüssigkeit die durch Verdunstung verloren gegangene Durchfeuchtung der Oberfläche ersetzen. In vielen Fällen aber halten wir den Mund offen, und der größte Theil der ausgeathmeten Luft tritt auf dem kürzeren Wege durch die Mundhöhle hervor. Nur wenn hier der Raum durch die Wölbung der Zunge oder auf andere Weise beengt ist, streicht ein Theil der Luft durch die Nase heraus. Aus dieser Ursache erklärt sich von selbst, weshalb Leute mit engerem Durchgange durch die Nasenhöhle den Mund bei dem Wachen und besonders bei dem Schlafen offen halten, weshalb uns jede Verstopfung der Nase sogleich incommodirt u. dgl. mehr.

Häufig machen wir eine Reihe anderer Athembewegungen, bei wel- 411
cher die Inspiration oder die Exspiration oder beide Thätigkeiten auf eigenthümliche Weise modificirt werden. Hierher gehören vorzüglich

1) das Gähnen, welches bei Abspannungen des Nervensystemes, also bei Langeweile, bei Schläfrigkeit, bei Uebelkeiten, als Vorläufer von Ohnmachten, als solcher des Kältestadium, der Fieber und in anderen ähnlichen Fällen eintritt. Es bildet eine tiefe und langsame Einathmung, welche mit weit geöffnetem Munde vorgenommen wird und auf welche dann eine ebenfalls langsame, jedoch schneller beendigte Ausathmung folgt. Bei großer Schläfrigkeit unmittelbar nach gehaltenem Schlafe gesellen sich noch leicht eine eigenthümliche nach oben und außen gehende Bewegung der oberen Extremitäten und eine Streckung dieser, so wie des Körpers überhaupt hinzu. Sieht man verschiedenen Personen, indem sie unwillkürlich gähnen, in den Mund, so zeigen sich auch hier in den Thätigkeiten des weichen Gaumens mancherlei Verschiedenheiten. Im Allgemeinen nämlich tritt dieser bei der tiefen Inspiration mehr oder minder empor und stellt sich in bedeutenderem oder geringerem Grade horizontal so, daß sich die hinteren Gaumenbögen der Hinterwand des Schlundkopfes mehr oder minder nähern. Allein schon der Grad dieser Annäherung ist bei verschiedenen Menschen verschieden. Während überdies bei Vielen das Zäpfchen wie ein langer Kegel herabhängen bleibt oder sich nur wenig

verkürzt und die hinteren Gaumenbogen keine sehr auffallende Bewegung nach innen vornehmen, ja in dieser Beziehung nicht selten gänzlich zu ruhen scheinen, zieht es sich bei einzelnen Individuen so sehr herauf, daß es im Augenblicke der tiefsten Einathmung fast gänzlich unsichtbar wird. Die hinteren Gaumenbogen treten dann weiter nach innen, lassen aber doch noch einen beträchtlichen Raum zwischen sich übrig.

2) Das Schluchzen ist eine abgebrochene Einathmung, bei welcher vorzüglich das Zwerchfell betheiligt ist und welches in der Regel durch eine krampfhafte Affection des letzteren zu Stande kommt. Es wird daher auch leicht bei nervös-reizbaren Personen beobachtet. Meistentheils verbindet sich mit ihm eine krampfhafte Verengerung der Stimmritze, welche den hellen und lauten Ton, den wir bei dieser Gelegenheit wahrnehmen, verursacht.

3) Die Verhältnisse der Athemmuskeln bei dem Drücken, wie es z. B. bei schwerem Stuhlgange, bei der Geburt vorgenommen wird, haben wir schon früher (§. 408) kennen gelernt. Bei offengehaltenem Munde wird dann die Zunge etwas vorgeschoben.

4) Das Schnarchen besteht in einem energischen Einziehen oder Ausstoßen der Luft durch die verengerten Mund-Naseneingänge des Pharynx, so daß diese Theile mit der durchströmenden Luft vibriren und tönen. Offenbar haben wir aber zweierlei Arten des Schnarchens, nämlich ein Inspirations- und ein Exspirationsschnarchen. Bei dem ersteren hebt sich die Zunge, vorzüglich der hintere Theil derselben etwas in die Höhe und wird nach hinten gezogen. Der beinahe horizontal oder schief von oben und vorn nach unten und hinten gerichtete weiche Gaumen schiebt sich bei der schnarrenden Einathmung etwas nach hinten. Das fast horizontal nach vorn gewandte Zäpfchen zieht sich etwas zurück, tritt aber bei der nachfolgenden Ausathmung wieder vor und vibrirt alsdann, wenn das Schnarren bedeutender wird, auf eine sehr auffallende Weise. Die hinteren Gaumenbogen begeben sich mehr oder minder nach innen, lassen jedoch immer ein größeres Spatium zwischen sich. Bei einzelnen Individuen sind die Bewegungen des Zäpfchens und der hinteren Gaumenbogen wiederum unbedeutender. Bei dem Exspirationsschnarchen hob sich bei einem Individuum, welches dieses besonders gut machen konnte, der mittlere Theil der Zunge im Momente des schnarchenden Ausathmens und zeigte in seiner hintern Absenkung eine Conformation, welche der Form des weichen Gaumens mehr oder minder entsprach. Die Stellung der Gaumenbogen war die gleiche, wie bei dem Inspirationsschnarchen. Das Zäpfchen machte eine deutliche Hebelbewegung nach vorn und oben mit oder ohne auffallende Vibration. Drückt man, indem ein Mensch zu schnarchen versucht, die Zunge mit dem Finger nieder, so wird der Ton heller und zischender.

5) Das Gurgeln besteht im Allgemeinen darin, daß man durch passende Stellungen der Zunge und des weichen Gaumens den Racheneingang verengt, durch Streckung des Kopfes nach hinten die in die Mundhöhle gebrachte Flüssigkeit nach jener Region befördert und nun, indem

man durch die Nase einathmet, durch rasch folgende Exspirationen durch die verengerte Rachenöffnung der Mundhöhle die davorliegende Flüssigkeit in Bewegung setzt. Diese sowohl als die durchströmende Luft nebst den benachbarten organischen Gebilden gerathen in Vibration. Auf solche Art entsteht der bekannte Ton, welcher das Gurgeln begleitet. Natürlicher Weise muß die ausgeathmete Luft, indem sie durch den verengerten Racheneingang centrifugal streicht, dem Wasser, welches seiner Schwere nach durch dieselben Lücken centripetal einzudringen sucht, das Gegengewicht halten. Ist daher die Menge der Flüssigkeit zu groß oder zieht man einmal aus irgend einem Grunde den Athem durch den Mund ein, so gelangt ein Theil der Flüssigkeit in den obern Theil des Pharynx und wird dann sogleich durch passende Schluckbewegungen in den Magen hinabbefördert. Bisweilen kann auch bei Unregelmäßigkeit der Bewegungen ein Theil des Fluidum in die Glottis oder an deren Nachbarschaft treten und Husten erregen. Das Verhalten des weichen Gaumens bei dem Gurgeln ist aber wieder nicht bei allen Menschen das Gleiche. Bei vielen nämlich legt sich die Zungenwurzel jederseits an ihn an, so daß für den Durchgang der Luft in der Mitte ein verengerter mehr oder minder rundlicher Raum, in welchen auch das Zäpfchen fällt, übrig bleibt. Bei einzelnen Individuen erscheint die Sache gerade umgekehrt. Hier hebt sich nämlich die Zungenwurzel dergestalt, daß sie sich an den Mitteltheil des entgegenkommenden weichen Gaumens anlegt und daß zu beiden Seiten desselben spaltenförmige Räume für den Austritt der Luft entstehen. Bei manchen Menschen endlich haben wir gleichsam eine Vereinigung beider Momente, indem sich eine verengerte mittlere Oeffnung und zwei seitliche Spalten vorfinden.

6) Das Lachen besteht in rasch auf einander folgenden Ausathmungsstößen, mit welchen sich in der Regel ein mehr oder minder weites Oeffnen des Mundes mit einer eigenthümlichen Veränderung der Physiognomie durch die Zusammenziehung eines Theiles der Gesichtsmuskeln verbindet. Jedoch ist auch bei geschlossenem Munde ein Lachen möglich. In diesem Falle werden dann die durch die Exspirationsstöße fortbewegten Luftströme rasch hinter einander durch die Nase herausbefördert. Bei dem Lachen mit offenem Munde zeigen sich wiederum am weichen Gaumen bei verschiedenen Personen mancherlei Verschiedenheiten. Bei einzelnen Individuen vibriren der schief bis horizontal gestellte weiche Gaumen und vorzüglich das Zäpfchen auf eine sehr auffallende Weise, während bei anderen die Schwingungen mit dem Auge nicht verfolgt werden können. Bei Manchen wackelt zu gleicher Zeit die Zunge.

7) Bei dem Weinen gesellen sich zu den Verziehungen der Gesichtsmuskeln und zu der vermehrten Ab- und Aussonderung der Thränen mehr oder minder verstärkte oder rasch auf einander folgende Ausathmungsthätigkeiten. Bei stärkeren Affectionen der Art verbindet sich hiermit leicht ein Krampf des Zwerchfelles und der Kehlkopfmuskeln, welche auf die Stimmritze wirken, so daß Schluchzen erzeugt wird.

8) Das Räuspern und das Schnäuzen beruht darauf, daß wir

vermittelst einer schnellen und energischen Ausathmungsbewegung oder durch eine Reihe solcher Thätigkeiten einen Luftstrom rasch längs der Schleimmembran der Luftröhre oder dieser und der Nase hinführen. Die Gewalt des Stromes reißt dann halbfeste bis flüssige Körper, welche an den genannten Schleimhäuten anhaften, mit sich fort und befördert sie weiter nach der Mundhöhle oder gänzlich nach außen. Bei dem Ausspucken schnellen wir durch einen ähnlichen Mechanismus, bei welchem auf eine etwas tiefere Inspiration eine etwas brusquere Ausathmung folgt, die Flüssigkeiten, wenn diese nicht schon von selbst ihrer Schwere nach hervortreten, aus der Mundhöhle hervor.

9) Das Nießen besteht in einer heftigen und plötzlichen Ausathmungsbewegung, auf welche wir uns unmittelbar vorher durch eine oder mehrere tiefe Inspirationen und durch mehr oder minder horizontale Stellung des weichen Gaumens vorbereiten. In letzterem Falle berührt oft das Zäpfchen die Hinterwand des Pharynx. Bei der Abschließung der Choanen sind wir dann auch genöthigt, während der Präparationszeit den Mund mäßig geöffnet zu halten. Tritt nun die plötzliche Exspiration ein, so schließen wir entweder den Mund und stoßen den verstärkten Luftstrom durch die plötzlich geöffneten Choanen und die Nase hervor, oder öffnen den Mund und lassen die Luft durch Nase und Mund zugleich heraus. Es entsteht dann ein mehr oder minder heftiges Geräusch, welches wir jedoch durch Gegenwirkung unserer Gesichtsmuskeln modificiren, feiner machen oder gänzlich unterdrücken können. Das naturgemäße Nießen bildet in der Regel eine sogenannte Reflexthätigkeit, d. h. eine Bewegungserscheinung, welche in Folge von Reizungen der empfindenden Nerven der Nase einzutreten pflegt. Die meisten Menschen können jedoch auch diese Bewegung, obgleich unvollständiger als im naturgemäßen Zustande, auf künstlichem Wege hervorrufen. Schwächere Anfälle von Nießen können wir durch die Kraft des Willens unterdrücken. Ein gutes Mittel besteht auch darin, die Zungenspitze oder den Zeigefinger an den vordersten Theil des harten Gaumens dicht hinter den mittleren oberen Schneidezähnen, an der Stelle der Ausmündungen des Canalis incisivus anzulegen. Bei dem gewöhnlichen Nießen strömt dann der rasch hervorgestoßene Luftstrom mit Gewalt zu den Nasenlöchern oder zu diesen und der Mundhöhle heraus, reißt leicht Schleim, Speichel und andere ihm begegnende Substanzen mit sich fort und treibt sie auf diese Art hervor. Heftiges Nießen erzeugt eine mehr oder minder starke Erschütterung des ganzen Körpers, führt auch leicht Schleim aus den Lungen in die Höhe, so daß häufig der Reiz zum Auswerfen, Husten u. dgl. nachfolgt, erregt bisweilen Brustschmerzen, Kopfschmerzen, Nasenbluten oder macht auch umgekehrt den eingenommenen Kopf freier. Endlich besteht

10) das Husten darin, daß die durch heftigere oder weniger starke rasch auf einander folgende Exspirationsbewegungen hervorgetriebene Luft durch die mehr oder minder verengerte oder auch selbst weiter geöffnete Stimmritze mit verschiedenartigen Tönen hervorgetrieben wird. Läßt man einen Menschen bei geöffnetem Munde künstlich husten, so erscheint meist

die Zunge niedergedrückt. Die Gaumenbogen sind im Momente der unmittelbar vorhergehenden Inspiration fast horizontal gestellt, so daß die hinteren beinahe bis an die hintere Pharynxwand reichen, jedoch von ihr noch etwas entfernt bleiben und zwischen sich einen größern Raum übrig lassen. Die vorderen Gaumenbogen stehen dann weiter nach außen als die hinteren. Das Zäpfchen ist bei einzelnen Menschen zurückgezogen und schießt später im Momente der Exspiration pfeilartig vor. Bei anderen dagegen bleibt es auch während der Ausathmung verlängert. Das letztere fand ich sogar in der Majorität der untersuchten Fälle. Bei solchen Individuen, welche nichts desto weniger äußerst laut husten können, treten dann auch die hinteren Gaumenbogen weniger nach innen einander entgegen. Im Momente des Hustens zeigt sich eine um so stärkere Vibration des Zäpfchens und des weichen Gaumens, je schneller und intensiver die Exspirationsbewegung erfolgt. Die gewölbte Zunge richtet sich hierbei oft nach vorn und verengert mehr oder minder den Ausgang der Mundhöhle. Diese und der Grad der Weite der Stimmritze bedingen wahrscheinlich die Art der Tönung, welche diesen Act begleitet. Auch er ist im naturgemäßen Zustande eine Reflexbewegung, welche auf Reizungen der sensiblen Nerven der Luftröhren- und der Lungenschleimhaut erfolgt und daher bei den verschiedenartigen Affectionen des Katarrhes, der Entzündung und anderer Reizungen dieser Membran, nach der Einathmung mechanisch oder chemisch irritirender Stoffe erscheint, jedoch auch künstlich nach Willkühr nachgemacht werden kann. Ist zugleich, wie es meistentheils Statt findet, eine bedeutendere krampfhafte Verengerung der Stimmritze mit dem Husten verbunden, so wird zu wenig atmosphärische Luft in die Lungen eingeführt. Es entstehen auf diese Art geringere oder bedeutendere Anwandlungen von Erstickung.

Das Ein- und Ausströmen der Luft bei der Inspiration und der Ex- 412
spiration erzeugt verschiedenartige Athmungsgeräusche, welche man durch unmittelbares Anlegen des Ohres oder durch das Stethoskop wahrnimmt. Setzt man das letzere auf einen der beiden Nasenflügel, so hört man sehr gut das Einziehen und Ausströmen der Luft. Beide Töne sind oft gleich deutlich. Bisweilen ist der eine, vorzüglich der Exspirationston, besser wahrnehmbar als die Einathmungstöne. In der Umgebung der Lippen erscheint der Schall schwächer und entfernter. Bei dem Aufsetzen des Stethoskopes auf die Gegend des Kehlkopfes, sei es vorn oder seitlich, bleibt der Ton wesentlich der gleiche. Nur wird er oft etwas höher und feiner. Schon an der Luftröhre wird die Tönung, besonders bei Personen, welche eine etwas angeschwollene Schilddrüse haben, matter. Noch mehr ist dieses an denjenigen Stellen der Brust, an welchen der Herzschlag am deutlichsten vernommen wird, der Fall. Setzt man dagegen das Stethoskop am Rücken auf, so ist bei ruhigem Athmen nur ein schwacher Schall, der bisweilen selbst sehr unbestimmt, ja nicht selten gar nicht mehr kenntlich ist, oder nur bei der Exspiration deutlich zum Vorschein kommt, zu vernehmen. Läßt man den Menschen tief ein- und ausathmen, so verstärkt sich der Ton in der Nase so sehr, daß es ganz

denselben Schall giebt als wenn ein starker Luftstrom durch eine nicht sehr weite Oeffnung und daher mit Reibung langsam durchgezogen und wieder ausgestoßen wird. Am Munde hat man wiederum dasselbe, jedoch in schwächerem Grade. Am Kehlkopf hört man hierbei gleichsam das Durchstreichen der Luft durch eine engere Oeffnung, die Stimmritze nämlich, noch deutlicher als bei ruhiger Respiration. An der Brust, vorzüglich am Rücken, verstärkt sich zwar die Tönung ebenfalls etwas, bleibt jedoch auch hier oft noch so schwach, daß sie sogar bei sehr tiefen Athemzügen kaum wahrnehmbar wird. Alle Stimmtöne, sie seien welche sie wollen, pflanzen sich sehr stark zu jedem Theile der Brust fort. Schon in dem Momente des Sprechens ist dieses sehr leicht wahrzunehmen. Eben so gut eignet sich hierzu der Husten. Am Besten aber beobachtet man dieses, wenn man bei einem Menschen das Stethoskop gegen die Mitte des Rückens setzt und ihn sich dann auf ein gegebenes Zeichen gurgeln läßt. Konnte man früher das Athmungsgeräusch auf eine kaum merkliche Weise oder auch gar nicht beobachten, so vibrirt jetzt alles, das Stethoskop mit eingeschlossen, und man hört die Resonation der Gurgeltöne auf eine sehr auffallende Art.

Alle diese verschiedenen Töne lassen sich, wie die Herztöne, weit leichter durch unmittelbare Beobachtung auffassen als durch Beschreibungen wiedergeben. Die stärkeren Töne, welche besonders in der Nähe des Kehlkopfes auftreten, werden mit Recht mit einem Mitteltone zwischen H und Ch verglichen. Man ahmt sie nach, wenn man die Luft gegen den harten Gaumen treibt (Skoda). Die feineren Töne, wie sie an der Brust erscheinen, rühren wahrscheinlicher Weise besonders von den dünneren Luftröhrenverzweigungen und den Lungenbläschen her und sind oft in dem Momente der Ausathmung deutlicher als in dem der Einathmung. Finden sich in den Respirationsorganen flüssige bis halbflüssige Substanzen, welche dem Luftstrome einen geringeren oder größeren Widerstand entgegensetzen, so entstehen mannigfaltige Rasselgeräusche oder andere abweichende Tonbildungen. Diese erscheinen auch bei Tuberculose und anderen Krankheiten der Lungen. Ueber ihre Verhältnisse, deren Erläuterung nicht hierher gehört, s. J. Skoda Abhandlung über Percussion und Auscultation. Zweite Auflage. Wien. 1842. 8. S. 81 ff. Die Tönungen, welche in Folge der Stimmbildungen auftreten, werden in der zweiten Abtheilung dieses Lehrbuches bei Gelegenheit der Physiologie der Stimme erörtert werden.

413 Bei der Inspiration wird die Luft mit einer gewissen Kraft eingezogen, bei der Exspiration mit einer solchen ausgestoßen. Beiderlei absoluten Druckkräften entsprechen bestimmte hydrostatische Druckgrößen. Um diese zu ermitteln, könnte man sich des Hämadynamometers bedienen, indem man es nur statt des Ansatzrohres mit einem Mundstücke, welches hermetisch an die Umgebungen der Lippen angelegt wird, versieht und die absteigende und die aufsteigende Röhre mit Quecksilber oder, um größere Ausschläge zu erhalten, mit Wasser füllt. Bei dieser Versuchsweise erhält man jedoch etwas zu kleine Werthe, weil man den horizontalen Theil des Instrumentes mit keiner tropfbaren Flüssigkeit versehen kann und weil daher mindestens dieser und ein Theil der absteigenden Röhre mit Luft gefüllt bleibt. Durch ihre Elasticität fängt jedoch die letztere einen Theil des Druckes auf. Um diesen Uebelstand zu vermeiden, läßt man den horizontalen Arm ganz hinweg und construirt sich so ein eigenes Manometer, welches man mit dem Namen des Pneumatometer bezeichnet.

An ein Brett a, welches vollkommen dieselbe Einrichtung wie das des Hämadynamometers hat, befestigt man eine Glasröhre, die aus einem längeren Schenkel b und einem kürzeren c besteht. Der letztere hat eine Biegung nach außen d und ein trichterförmiges nach der Form der Lippen ausgeschnittenes metallenes Mundstück e. Nun werden beide Röhren so weit mit Quecksilber gefüllt, daß die Flüssigkeit, wenn sie in dem hydrostatischen Gleichgewicht steht, bis in die Nähe der trichterartigen Erweiterung von e reicht. In diesem Falle liegt nur sehr wenig atmosphärische Luft zwischen dem Munde und dem Anfange der Quecksilbersäule. Um aber auch alle Nebenmomente des Versuches zu kennen, muß man sowohl am Hämadynamometer, wenn man dieses zum Vergleich in Anwendung ziehen will, als am Pneumometer bestimmen, wie viel Luft zwischen dem Munde und der Flüssigkeitssäule vorhanden ist und wie viel das Volumen und das Gewicht der letzteren beträgt. Beiderlei Instrumente aber können zu drei verschiedenen Arten von Experimenten, welche das normale Athmen betreffen, gebraucht werden. 1) Man legt das Mundstück luftdicht an die Umgebungen der Lippen an, hält sich die Nasenlöcher zu und vollführt sowohl die Einathmung als die Ausathmung an dem Instrumente. Mit jeder Inspiration muß dann die Säule in dem absteigenden Arme c emporgehoben werden, in dem aufsteigenden b dagegen sinken. Das Umgekehrte wird bei jeder Exspiration der Fall sein. Lies't man nun an der Skale der Röhre b die Größe der abwechselnden Senkung und Hebung ab und nimmt diese aus Gründen, welche schon bei Gelegenheit der Erläuterung des Gebrauches des Hämadynamometers angegeben worden, doppelt, so hat man die negative hydrostatische Druckgröße oder den Anziehungswerth, unter welchem die Luft bei dem Einathmen eingesogen wird und die positive hydrostatische Druckhöhe, unter welcher sie bei dem Ausathmen ausströmt. Hierbei muß jedoch zunächst das Widerstandsmoment, welches durch die angewandte Flüssigkeitssäule entsteht, berücksichtigt werden. Außerdem kommt aber bei dieser Art des Experimentirens noch ein anderer wesentlicher Umstand in Betracht. Da der Mensch nur die wenige Luft, welche sich zwischen seinen Lippen und dem Anfange der Quecksilbersäule befindet, zu seiner Disposition hat, so entstehen bald nach einigen Athemzügen Respirationsbeschwerden, so daß man absetzen muß, um sich durch die Einathmung guter Luft wiederum zu sammeln. Es geben daher auch nur die beiden ersten Athemzüge gute Werthe, weil die Athmung bei den späteren mehr oder minder gezwungen erfolgt. Diese Art von Störung ist natürlicher Weise am Hämadynamometer geringer als an dem Pneumatometer. 2) Man inspirirt durch die geöffnete Nase und bei geschlossenen Lippen und exspirirt durch den Mund allein. Hier erhält man dann die bloßen Ausathmungswerthe, diese aber am Pneumatometer genauer als am Hämadynamometer. Endlich 3) athmet man, wie in dem vorigen Falle durch die Nase ein und läßt die Luft durch Nase und Mund zugleich heraus. Die auf diese Weise erhaltenen Exspirationswerthe sind natürlich geringer als die vorigen und variiren nach der Conformation der Mundhöhle, der Nasenhöhle und des weichen Gaumens, so wie nach der Art und Weise, mit welcher die Ausathmung vollführt wird.

Fig. 16.



Untersuchungen, welche an verschiedenen erwachsenen Männern angestellt worden sind, lehrten, daß bei ganz ruhigem Athmen der hydrostatische Inspirations- und Exspirationsdruck für jeden dieser beiden Acte 4 — 10 Millimeter Quecksilber beträgt, daß er bei der im Geringsten angestrengten Athmung zwischen 10 und 20 Millimeter und bei noch etwas angestrengterer zwischen 20 — 35 — 40 Millim. Quecksilber schwankt. Alle Momente, welche den Widerstand irgendwie vergrößern, führen auch 414

auf der Stelle bedeutendere Druckgrößen herbei. Dieses geschieht daher in höherem Grade, wenn man Quecksilber als wenn man Wasser anwendet und in bedeutenderem Maaße, wenn weniger Luft als wenn mehr Atmosphäre zur Disposition steht. Aus diesem Grunde erhalten wir auch größere Zahlen am Pneumatometer als am Hämadynamometer. Selbst ein und dasselbe Individuum zeigt bei verschiedenen ruhigen Athemzügen Schwankungen, die sich oft zwischen 5 — 10 Millimeter Quecksilber halten und nicht selten sogar diese Größe überschreiten.

Die Belege hierfür haben wir in den nachfolgenden Tabellen. Bei den Experimenten, welche ihnen zum Grunde liegen, betrug der disponible Luftraum des Hämadynamometers 3,67 pariser Cubikzoll und das Volumen der Flüssigkeitssäule 0,80 pariser Cubikzoll. Sie wog daher, wenn sie Wasser war, 15,868 Grm. und als Quecksilber 215,773 Grm. Am Pneumatometer glich der Luftraum 0,6—0,8 pariser Cubikzoll und die Flüssigkeitssäule 0,85 Cubikzoll. Folglich betrug ihr Gewicht als Wasser 16,855 Grm. und als Quecksilber 229,201 Grm. In 316 Ablesungen ergaben sich folgende Werthe:

I. Mit zugehaltenen Nasenöffnungen, In- und Exspirationen durch den Mund.

a. Gefundener Quecksilberdruck in Millimetern.

Individuum.	Alter in Jahren.	Am Hämadynamometer.						Zahl d. dopp. Ablel.	Am Pneumatometer.						Zahl d. dopp. Ablel.
		Maxim.		Minimum.		Mittel.			Maximum.		Minimum.		Mittel.		
		Inspirat.	Exspirat.	Inspirat.	Exspirat.	Inspirat.	Exspirat.		Inspirat.	Exspirat.	Inspirat.	Exspirat.	Inspirat.	Exspirat.	
Ich	32	12	12	6	6	11	11	8	30	30	10	20	20	23	10
S.	21	20	12	10	6	12,2	12,9	10	40	30	20	20	32	25,4	10
E.	21	»	»	»	»	»	»	»	40	28	10	10	21,6	16,9	11
S.	20,5	14	14	2	2	5,8	5,4	9	12	12	8	4	10,2	6,9	11
H.	20	12	12	6	6	9,6	9,8	10	15	14	4	7	9,2	10,2	10
J.	18	10	10	2	2	6	5,2	10	22	14	10	4	18,5	11,0	11
Mittel	22,083	13,6	12	5,2	4,4	8,92	8,46	47	26,5	21,3	10,3	10,8	18,6	15,6	63

Nehmen wir nun aus den Ein- und Ausathmungszahlen das Mittel, so haben wir:

	Maximum.	Minimum.	Medium.
Am Hämadynamometer	12,8 Millimeter.	4,8 Millimeter.	8,69 Millim.
Am Pneumatometer . .	23,9 »	10,5 »	17,1 »
Mittel aus beiden . . .	18,3 »	12,6 »	12,89 »

d. h. bei dem Versuche selbst zeigte sich an den Instrumenten im Durchschnitt ein Inspirationssinken sowohl als ein Exspirationssteigen von 9,15 Millimeter Quecksilber im Maximum, von 6,3 Millimeter im Minimum und von 6,45 Millimeter im Mittel.

b. Gefundener Wasserdruck.

Individuum.	Alter in Jahren.	Am Hämadynamometer. Maximum. Inspirat.	Exspirat.	Minimum. Inspirat.	Exspirat.	Mittel. Inspirat.	Exspirat.	Zahl der dopp. Ablesungen.
Ich	32	160	110	40	40	118,2	73,2	12
S.	21	156	80	90	60	114,4	68,4	7
J.	18	140	140	90	80	116,4	102,6	11
Mittel	23,6	152	110	73,3	60	116,3	81,4	30

Wir erhalten daher als Mittel des Ein- und Ausathmungsdruckes 131 Millimeter Wasser im Maximum, 66,6 Millimeter im Minimum und 98,8 Millimeter im Medium. Dieses giebt dann für den größten Werth 9,6337 Millimeter, für den kleinsten 3,0902 Millimeter und für die Mittelzahl 4,5844 Millimeter Quecksilber. Nun betrug das Gewicht der Wässersäule 15,868 Grm., das des Quecksilbers 215,773 Grm. Das letztere war also 199,905 Grm. schwerer als die erstere. Betrug aber das Mittel am Hämadynamometer bei dem Quecksilber 8,69 Millimeter, bei dem Wasser dagegen nur 4,5844 Millimeter, so folgt hieraus, daß die 13,598 Mal so schwere Quecksilbersäule den mittleren Athmungswerth um 4,1056 Millimeter, d. h. an jeder der beiden Säulen des Instrumentes um 2,0528 Millimeter Quecksilber erhöhte.

II. Inspiration durch die offenen Nasenlöcher, Exspiration durch den Mund allein.

a. Bei der Ausathmung gefundener Quecksilberdruck in Millimetern.

Individuum.	Alter in Jahren.	Am Hämadynamometer. Maximum.	Minimum.	Medium.	Zahl d. einf. Ablesungen.	Am Pneumatometer. Maximum.	Minimum.	Medium.	Zahl der einfachen Ablesungen
Ich	32	8	2	5,4	10	22	10	15,4	12
S.	21	8	4	5,3	10	32	20	26,6	10
C.	21	»	»	»	»	24	10	20,4	11
S.	20,5	9	4	6,4	10	18	6	10,4	10
H.	20	10	4	7,8	10	11	6	9,0	11
J.	18	11	4	7,1	10	12	4	7,0	10
Mittel	22,083	9,2	3,6	6,4	50	19,8	9,3	14,8	64

Wir finden daher als Mittel der Durchschnittszahlen der an beiderlei Instrumenten gewonnenen Werthe 10,6 Millimeter Quecksilber.

b. Bei der Ausathmung gefundener Wasserdruck in Millimetern.

Individuum.	Alter in Jahren.	Am Pneumatometer.			
		Maximum.	Minimum.	Mittel.	Zahl der einfachen Ablesungen.
Ich	32	140	70	112,5	11
S.	21	92	68	81,3	12
E.	21	160	100	135,4	10
H.	20	130	90	112,7	14
Mittel	23,5	130,5	82	110,4	47

Die Maximalzahl 130,5 Millimeter Wasser gleicht 9,5970 Millimeter, die Minimalzahl 82 Millimeter 6,0303 Millimeter und die Mittelzahl 110,4 Millimeter 8,1188 Millimeter Quecksilber.

III. Inspiration durch die offene Nase. Exspiration durch Nase und Mund zugleich.

Gefundener Quecksilberdruck in Millimetern.

Individuum.	Alter in Jahren.	Am Hämadynamometer.				Am Pneumatometer.			
		Maximum.	Minimum.	Mittel.	Zahl d. einf. Ablesungen.	Maximum.	Minimum.	Mittel.	Zahl der einfachen Ablesungen
Ich	32	6	4	5	10	8	3,6	4	10
S.	21	3	2	2,5	10	10	3,7	4	13
E.	21	—	—	—	—	14	4,3	4	11
S.	20,5	9	5	5,25	8	10	3,6	6	11
H.	20	3	1,8	2,06	10	10	4,05	6	10
J.	18	4	2	3,30	10	14	10,6	6	10
Mittel	26,5	5	2,96	3,62	48	11	4,99	5	65

Auch in den beiden letzten Versuchsreihen bestätigt sich, daß man an dem Pneumatometer größere Werthe als am Hämadynamometer erhält, weil hier die Quecksilbersäule mehr Widerstand leistet und weil weniger Druckkraft durch die dazwischen liegende Luftschicht verloren geht. Zugleich folgt hieraus, daß der Ausathmungsdruck, wenn die Exspiration durch Mund und Nase zugleich erfolgt, im Durchschnitt nur 5 Millimeter beträgt und daß er mithin $\frac{5}{10,6} = 0,471$ oder ungefähr ½ so schwach ist, als wenn wir durch den Mund allein ausathmen, daß also in diesem Falle der größere Theil der Luft durch die Nase geht. Es braucht übrigens kaum noch besonders bemerkt zu werden, daß alle in den mitgetheilten Tabellen verzeichneten Werthe das Doppelte der Zahlen, welche man unmittelbar an den Instrumenten fand, liefern.

Da wir den mittleren Exspirationsdruck zu 15 Millimeter Quecksilber anschlagen können, der des centrifugal strömenden Blutes der Körperorgane aber im Durchschnitt 157 Millimeter beträgt, so folgt hieraus, daß der Athem bei ruhiger Respiration des Erwachsenen im Durchschnitt unter einem ungefähr 10 Mal so schwachen hydrostatischen Drucke als das Arterienblut fließt, ausgestoßen wird.

Schon die an dem Hämadynamometer sowohl als die an dem Pneumatometer wahrnehmbaren Schwankungen zeigen, daß der hydrostatische Inspirationszug, wie der analoge Exspirationsdruck bedeutend verstärkt werden können. Versuchten wir durch möglichst kräftiges Ein- und Ausathmen die Maxima, welche in dieser Beziehung zu erreichen sind, zu erhalten, so ergaben sich, indem wir mit den Inspirationen und den Exspirationen zu verschiedenen Zeiten arbeiteten, folgende Werthe. 414

Individuum.	Alter in Jahren.	Maximum des Quecksilberdruckes am Pneumatometer in Millimetern.	
		Bei möglichst tiefer Inspiration.	Bei möglichst kräftiger Exspiration.
Ich	32	130	80
S.	21	232	256
E.	21	220	256
S.	20,5	170	—
H.	20	58	224
J.	18	56	—
Mittel	22,085	144,3	204

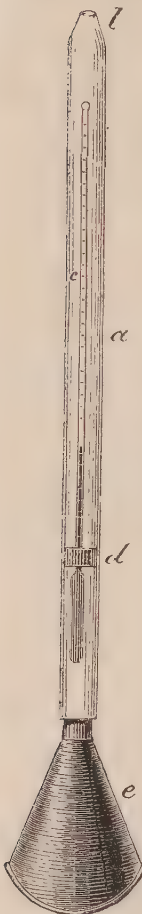
Nehmen wir das Mittel aus den möglichst tiefen Inspirationen und den möglichst kräftigen Exspirationen, so erhalten wir 174,15 Millimeter Quecksilber, d. h. 87,07 Millimeter an dem Instrumente. Zu gleicher Zeit ersehen wir hieraus, das einzelne Individuen bei dem Maximum der Anstrengung die Luft mit einer bedeutend größeren negativen hydrostatischen Druckgröße einziehen, oder umgekehrt mit einer stärkeren positiven ausstoßen können, als das Blut durch das Ostium atrio-ventriculare sinistrum in die Aorta hineingepreßt wird.

Die Verhältnisse der hydrostatischen Druckwerthe der Ein- und Ausathmung bei Haussäugethieren und bei Menschen, welche Luftröhrenfisteln besitzen, werden wir in der Folge bei Gelegenheit des Erstickungstodes kennen lernen.

Da die eingeathmete Luft in der Regel eine niederere Temperatur als unser Körper besitzt, so wird sie während ihres Aufenthaltes in den Lungen erwärmt. Daher sich auch der Athem unter den gewöhnlichen Verhältnissen durch seine höhere Wärme auszeichnet. Eine Reihe directer Versuche lehrte, daß die Temperatur der ausgeathmeten Luft in den gewöhnlichen Fällen immer nur zwischen 29° und 30° R. oder zwischen 36°,25 Millim. und 37°,5 Cent. schwankt, ja vielleicht constant den letzteren Werth vollständig erreicht oder ihm mehr oder minder nahe kommt. Bei Wärmegraden, welche die Temperatur der inneren Körpertheile übertreffen, steigt die der ausgeathmeten Luft nur um eine sehr unbedeutende Größe und kann dann selbst geringer als die Wärme der vorher eingezogenen Atmosphäre ausfallen. Die Beständigkeit der 415

thermischen Größen, welche wir an den inneren Körpertheilen angetroffen haben (§. 96), kehrt also auch hier, so weit es angeht, wieder.

Fig. 17.



Zu diesen Versuchen bedienten sich Brunner und ich folgendes einfachen Apparates. Innerhalb einer hinreichend langen Röhre a, welche sich an dem einen Ende b etwas verengert und hier dann eine genügend weite Oeffnung hat, ist ein Thermometer c mittelst eines Korkstückes d so eingefügt, daß es mit seinem dickeren länglichen cylindrischen Theile über das andere Ende der Röhre etwas hinausragt und zwar fest liegt, jedoch auch sehr leicht und rasch wieder herausgenommen werden kann. Die Verengerung des freien Endtheiles der Röhre beabsichtigt, das Thermometer noch mehr in dieser Hinsicht zu schützen. An das andere Ende wird ein blechernes Mundstück ganz wie es an dem Pneumatometer angebracht ist, eingefügt. Nun setzt man dieses luftdicht an die Umgebungen der Lippen an, athmet 5 Minuten in die Röhre hinein, zieht, indem man das Mundstück herausschiebt, das Thermometer hervor und bestimmt die Temperatur. Diese letzteren Theile des Versuches müssen natürlich binnen wenigen Secunden beendigt sein, damit nicht unterdessen das Quecksilber im Thermometer sinke. Da jedoch eine geringe Veränderung der Art um so unvermeidlicher ist, als der Wärmemesser immer stark mit Wasser beschlagen ist und daher abgewischt werden muß, so gehen auch bei der größten Vorsicht ¼—½ Grad verloren. Um sich jedoch die Ablesung zu erleichtern, verfährt man am besten, wenn man sich den Skalenpunkt, welcher 30° R. oder 37°,5 C. ausspricht, noch besonders durch einen sogleich in die Augen fallenden Strich bezeichnet.

Zur Erhärtung der obigen Aussprüche dienen eine Reihe von Beobachtungen, welche ich an mir selbst angestellt habe. Abgesehen von einzelnen, bei Gelegenheit vorgenommenen Versuchen, welche zu demselben Resultate führten, bestimmte ich an mir innerhalb 24 Stunden unter verschiedenen Zuständen meines Körpers und unter differenten, theils natürlichen, theils künstlichen Temperaturen der Luft die Wärme meines Athems zu 12 verschiedenen Malen. Die Ergebnisse dieser Experimente finden sich in der folgenden Tabelle, in welcher die Réaumur'schen Grade die gefundenen, die Celsius'schen die berechneten sind, übersichtlich zusammengestellt:

Versuch Nr.	Zeit.	Temperatur der eingeathmeten Luft nach		Zahl der Athemzüge in der Minute.	Umstände.	Temperatur der ausgeathmeten Luft nach	
		Réaumur.	Celsius.			Réaumur.	Celsius.
1	Nachmittags um 2 Uhr 35 Minuten.	12°,5	15°,625	—	Zwei Stunden nach einem reichlichen Mittagsmahle. Bei einem unmittelbar vorhergehenden chemischen Athmungsversuche hatte ich verhältnißmäßig sehr viel Kohlensäure ausgehaucht.	29°,5	36°,875
2	2 Uhr 50 Minuten.	8°,5	10°,625	—	In einem kalten, von Norden nach Süden gelegenen Hausgange.	28°,75	35°,9375
3	Abends 6 Uhr 30 Minuten.	16°	20°	—	Nachdem ich unmittelbar vorher einen Spaziergang von ungefähr ½ deutschen Meile gemacht hatte und während ich sehr hungrig war.	30°	37°,5

Versuch Nr.	Zeit.	Temperatur der eingeathmeten Luft nach Réaumur.	Celsius.	Zahl der Athemzüge in der Minute.	Umstände.	Temperatur der ausgeathmeten Luft nach Réaumur.	Celsius.
4	6 Uhr 55 Minuten.	16°	20°	—	Nachdem ich mich indeß ausgeruht hatte, während ich jedoch noch sehr hungrig war.	30°	37°,5
5	7 Uhr 25 Minuten.	15°,5	19°,375	21	Unmittelbar nachdem ich bis zur Sättigung eine Abendmahlzeit zu mir genommen.	30°	37°,5
6	8 Uhr 5 Minuten.	15°,5	19°,375	21	Nach ruhigem Sitzen und gesellschaftlicher Unterhaltung.	29°,5	36°,875
7	8 Uhr 45 Minuten.	16°	20°	21	Unter den gleichen Verhältnissen, nur unmittelbar nach dem Tabakrauchen.	29°,5	36°,875
8	10 Uhr 15 Minuten.	11°	13°,75	20—21	Unter den gleichen Verhältnissen.	28°,75	35°,9375
9	Morgens 7 Uhr.	12°	15°	15—16	Unmittelbar nach dem Aufstehen und noch nicht gewaschen und angekleidet.	29°,50	36°,875
10	7 Uhr 20 Minuten.	14°,5	18°,125	—	Unmittelbar nachdem ich ein Glas ganz kalten Brunnenwassers getrunken hatte.	28°,75	35°,9375
11	10 Uhr 25 Minuten.	12°,5	15°,625	20—21	Nach 3/4 Stunden vorher eingenommenem Frühstücksmahle und darauf folgender Körperbewegung.	29°,5	36°,875
12	10 Uhr 44 Minuten.	33°,5	41°,875	20	In einem mäßig großen Zimmer, welches einen eisernen Ofen hatte, ließ ich so stark als es anging heizen. Bei dem Versuche stand ich 2½ Fuß von dem Ofen entfernt, so daß auch dessen strahlende Wärme in Rechnung kommt. Ein Thermometer, welches 14½ Fuß entfernt an der kalten Wand hing, zeigte noch 26° R.	30°,5	38°,125

Wir sehen hieraus, daß bei einer Temperaturschwankung von 25° R. oder 31°,25 C. nur ein Wärmeunterschied der ausgeathmeten Luft von 1°,75 R. oder von 2°,1875° C. hervortrat. Bei dem Versuche Nr. 12, wo die Wärme der eingeathmeten Luft die der inneren Körpertheile um ungefähr 4°,375 übertraf, erhob sich die Temperatur des Athems nur um 0°,625 C. über die gewöhnliche Zahl. Ich schwitzte bei diesem Experimente am ganzen Körper. Mein Kopf war eingenommen und durch die strahlende Wärme des eisernen Ofens wurden meine Kleider so sehr erhitzt, daß ich ein sehr lästiges Brennen in meiner Haut, vorzüglich an der der Genitalien wahrnahm und es am Ende des Versuches kaum mehr aushalten konnte.

Daß die ausgeathmete Luft immer trotz der bedeutenden Schwankungen der Wärme der eingeathmeten Atmosphäre wesentlich auf die gleiche 416

Art temperirt ist, hat in einem doppelten Verhältnisse seinen Grund. 1) Wird nie die Luft aus den Lungen vollständig entfernt. Ein Theil verweilt immer wenigstens während zweier Athemzüge. Es wird daher für eine höhere Durchwärmung Zeit gewonnen, und 2) vertheilt sich jene auf alle Verzweigungen der Bronchien und alle Lungenbläschen, kommt daher mit erwärmten Flächen in möglichst innige und möglichst ausgedehnte Berührung und wird dann auf eine sehr rasche Weise höher temperirt. Bei bedeutenderen Wärmegraden wirkt die vermehrte Wasserausdünstung aus den Lungen der zu hohen Erwärmung entgegen, so daß ebenfalls nur eine bestimmte alsdann niederere Temperaturgröße herauskommt.

417 Da der Wärmegrad der Atmosphäre, welche wir inspiriren, sehr verschieden ausfällt, der der ausgeathmeten Luft dagegen 37°,5 mehr oder minder nahe steht, so muß die Volumensvergrößerung, welche der Luft durch ihren Aufenthalt in den Lungen zu Theil wird, verschieden groß ausfallen. Halten wir uns vorläufig an den Ausdehnungscoefficienten 0,3665, so würden z. B. 100 Cub. Cent. Atmosphäre von 16° C., wenn sie um 21°,5 C. erwärmt werden, zu 107,87975 Cub. Cent. Streng genommen aber ist diese Berechnung nicht ganz richtig. Denn die Ausathmungsluft enthält nicht bloß Stickstoff und Sauerstoff, sondern auch Kohlensäure. Der Ausdehnungscoefficient der letzteren gleicht aber nicht 0,3665, sondern 0,369087. Es muß daher auch der Grad der Volumensvermehrung der ausgeathmeten Luft nach der Größe des Kohlensäuregehaltes wechseln. Wie wir in der Folge sehen werden, können wir annehmen, daß die ausgeathmete Luft eines erwachsenen Mannes im Durchschnitt ungefähr 4,4% Kohlensäure führt. Legen wir diese Zahl zum Grunde, so wird der mittlere Ausdehnungscoefficient der ausgeathmeten Luft $\frac{4,4 \times 0,369087 + 95,6 \times 0,3665}{100} =$ 0,366613828 gleichen. Mithin werden dann 100 Vol. Luft, welche zu 16° C. eingenommen werden, 107,882197 Vol. betragen.

418 Die zweite physikalische Veränderung, welche die Luft in den Lungen erleidet, ist ihre Sättigung mit Wasserdampf. Indem sie längs der befeuchteten Oberflächen der Athmungswege dahinstreicht, wird sie möglichst viel Wasserdunst aufnehmen. Da aber die Menge des letzteren durch die Temperatur bestimmt wird, diese jedoch durchschnittlich 37°,5 C. beträgt, so kann man als Axiom aufstellen, daß die ausgeathmete Luft so weit mit Wasserdampf gesättigt ist, als der Wärmegrad von 37°,5 C. gestattet — eine Thatsache, die übrigens schon der Begründer der neueren Chemie, Lavoisier, kannte. Den Beweis für diesen Wassergehalt der ausgeathmeten Luft haben wir in allen Verhältnissen, in welchen eine Condensation der Wasserdämpfe zu Stande kommt. Wenn wir im Winter bei kalter trockener Luft ausgehen, so sehen wir unseren Athem in Form eines Nebels oder Dampfes austreten, weil sich die ausgeathmete Luft sogleich abkühlt und daher eine Verdichtung der Wasserdämpfe bald eintritt. Athmen wir in ein Gefäß, dessen Wandungen weniger als 37°,5 C.

erwärmt sind, so schlagen sich die Feuchtigkeitsdünste in Form von Tropfen nieder.

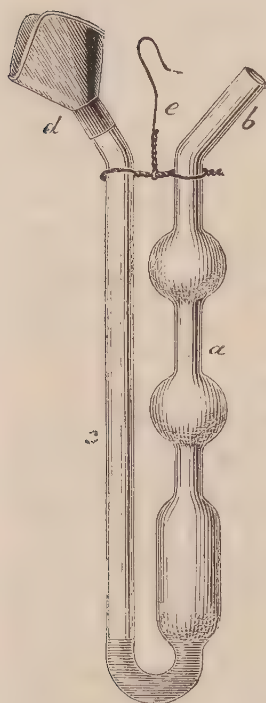
So sicher der Grundsatz ist, daß die ausgeathmete Luft immer mit 419 Wasserdämpfen gesättigt erscheint, so wenig folgt daraus, daß die athmenden Oberflächen und mittelbar das Blut diese Wassermengen vollständig liefern. Respiriren wir im Regen oder überhaupt in einem Raume, in welchem die Atmosphäre mit Wasserdampf gesättigt ist, so wird das Blut für diese Temperatur die relativ geringste Menge von Wasser abzugeben brauchen. Nach Gay-Lussac, dessen Resultate übrigens, wie wir bald sehen werden, nach dem heutigen Stande des physikalischen Wissens, eine geringe Correction nöthig haben, sättigt 1 Grm. Wasser als Dampf bei 760 Mm. Barometer und 16° C. 72913 Cub. Cent. Luft. Wenn nun z. B. ein Mensch in einer Minute 9000 Cub. Cent. athmet, so werden diese alsdann 0,12343 Grm. Wasser enthalten. Bei 37°,5 C. saturirt 1 Grm. Wasser 23108 Cub. Cent., folglich führen dann 9000 Cub. Cent. 0,38948 Grm. Das Blut muß daher in diesem Falle für die Minute 0,26605 Grm. Wasser oder ungefähr $^2/_3$ der gesammten mit dem Athem davongehenden Wassermenge hinzufügen. Wäre die eingeathmete Atmosphäre, was jedoch unter natürlichen Verhältnissen nie Statt findet, vollkommen trocken, so müßte das Blut die gesammte Wassermasse abgeben. Die gewöhnlichen Fälle halten sich in dieser Beziehung, wie wir bald sehen werden, zwischen diesen beiden Extremen.

Die Sättigung der eingeathmeten Luft mit Wasserdampf wird eben- 420 falls eine Volumensvermehrung der Gase bedingen. Haben wir ein absolut trockenes Gas in einem Gefäße hermetisch eingeschlossen und steht dieses unter einem bestimmten Drucke = b und einer Spannkraft = t, so wird es, sobald es mit Wasserdampf gesättigt wird und wenn die einschließenden Wände fest genug sind, keine Volumensveränderung erleiden. Wie man sich ausdrückt, treten die Atome des Wassers in und zwischen die Atome des Gases. Allein die Spannkraft wird erhöht. Beträgt die des Wasserdampfes bei demselben Barometerstande und derselben Temperatur s, so wird die Tension der mit Wasserdunst gesättigten Gasmischung zu t + s umgeändert. Das Volumen erscheint aber als dasselbe, weil die Wände, welche die Luft einschließen, einen siegreichen Widerstand selbst dieser erhöhten Spannkraft entgegensetzen. Gesetzt aber, das Gefäß sei an einer Seite offen, so muß sich das reine Gas so weit ausdehnen als der augenblickliche Barometerdruck = b gestattet. Wird es nun mit Wasserdampf gesättigt, so wird es auf eine Weise, welche seiner erhöhten Tension, d. h. der Größe der Spannung des Wasserdampfes bei der bestimmten Temperatur entspricht, an Volumen zunehmen. Es wird sich dann so verhalten, als stände es unter dem Drucke b — s. Dieser Satz muß aber auf die Athmungswege, welche durch die Stimmritze geöffnet sind, seine unmittelbare Anwendung finden. Gesetzt nun, ein Mensch z. B. athmet bei 760 Mm. Barometer 100 Cub. Cent. Luft ein und sättigt diese bei 37°,5 C. mit Wasserdampf, so wird daher, da die Spannkraft des letzteren unter diesen Verhältnissen 46,3085 Mm. Quecksilber beträgt, das Gas-

volumen $= \frac{100 \times 760}{760 - 46,3085} = 106,488$ Cub. Cent. betragen.

421 Die Menge von Wasser, welche die ausgeathmete Luft enthält, variirt in so hohem Grade, daß es äußerst schwer ist, selbst nur irgend sichere annähernde Mittelzahlen in dieser Beziehung zu finden. Den Grund dieses scheinbar paradoxen Phänomens werden wir in der Folge kennen lernen. Im Allgemeinen können wir annehmen, daß die Quantität von Wasser, welche durch die ausgeathmete Luft im Ganzen fortgeführt, nicht aber von dem Blute allein geliefert wird, bei erwachsenen männlichen Individuen für 24 Stunden ungefähr zwischen 288 Grm. und 860 Grm. zu schwanken vermag.

Fig. 18.



Um die Wassermenge, um welche es sich hier handelt, zu bestimmen, bedient man sich folgenden einfachen, von Brunner verfertigten Apparates. Eine Glasröhre von 1 bis 1½ Centimeter Durchmesser wird in ihrer einen Hälfte an mehreren Stellen kugelig ausgeblasen und dann so gebogen, daß der eine Arm a die kugeligen Auftreibungen enthält und an seinem freien Ende b horizontal gekrümmt ist, der andere Arm c dagegen einzig und allein aus dem noch cylindrischen Stücke besteht. An den freien Anfang des letzteren kommt ein ähnliches Athmungsmundstück von Blech, d, wie es zu dem Pneumatometer gehört. In die kugeligen Stellen wird etwas geglühter und vollkommen trockener Asbest locker eingefüllt. Dann nimmt man Schwefelsäure, welche als Rückstand bei der Destillation übrig geblieben und daher möglichst wasserfrei geworden, und tropft sie von dem Ende b so lange ein, daß der Asbest mit ihr durchtränkt ist und daß sie bei dem Ablaufen einen Theil der Umbiegungsstelle so weit einnimmt, daß nach oben noch ein kleiner Luftraum übrig bleibt. Ist die ganze Umbiegung mit Flüssigkeit ausgefüllt, so entsteht schon ein geringes Hinderniß für das Durchathmen. Beträgt das Fluidum mehr, so wird der Widerstand äußerst störend. Man braucht übrigens in Betreff der Schwefelsäure, wenn diese nur rein und wasserfrei ist, gar nicht ängstlich zu sein. Denn Brunner und ich überzeugten uns durch directe Versuche, daß ein zweites mit Schwefelsäure gefülltes Gefäß, welches an den obigen Apparat bei mäßiger Füllung angefügt ist, noch um kein Milligramm zunimmt, wenn man selbst 10 Minuten bis ¼ Stunde durch den Apparat hindurchathmet.

Ist nun der letztere so weit vorbereitet, so verschließt man die Athmungspfeife nach sorgfältiger Abtrocknung derselben an ihren beiden Mündungen durch Korke und hängt sie an einem Drahte e, mit welchem man sie umwunden, an der chemischen Wage auf, legt in das Mundstück ein in einem leichten Stanniolkästchen befindliches Grammengewicht und tarirt das Ganze. Man erhält hierdurch einerseits den Vortheil, daß die andere Schaale der Wage als Tara mitrechnet und daß man die beiderlei zu machenden Wägungen auf einer und derselben Seite veranstaltet. Nun entfernt man die Korke, athmet, indem mit der Secundenuhr die Zeit genau gemessen wird, gerade 1 Minute durch und sieht, wie viel weniger als 1 Grm. aufgelegt werden muß, um die Tara zu erreichen. Der Deficit giebt die Menge des von der Schwefelsäure absorbirten Ausathmungswassers.

Bei dem Athmen selbst sind noch zwei wesentliche Vorsichtsmaßregeln zu beobachten. 1) Während der Exspiration muß man sich die Nasenlöcher fest zuhalten, weil sonst eine geringe Menge Luft durch sie hindurchstreichen und daher der Wasserwerth zu gering ausfallen würde. 2) Während des Einathmens dagegen darf man nicht vergessen, die Pfeife von dem Munde zu entfernen, weil die Lippen nicht ganz luftdicht schließen, die Schwefelsäure dann nach diesen zurückweichen und möglicher Weise Luft aspiriren kann. Der Wasserwerth würde in diesem Falle durch absorbirte Feuchtigkeit der Atmosphäre auf fehlerhafte Weise erhöht. Damit aber bei der Exspiration keine Schwefelsäure

hervorspritze, dient die Umbiegung b. Aus dem gleichen Grunde muß der Asbest etwas entfernt von der freien Mündung der letzteren sein, damit er nicht theilweise bei einer starken Ausathmung hervorgeblasen werde.

Bei diesen Versuchen beschlägt sich dann die Röhre c mehr oder minder mit Wassertropfen, während a und b diese Erscheinung nicht darbieten.

Eine Reihe von Beobachtungen, welche ich nach der genannten Methode an mehreren Studirenden und an mir selbst anstellte, führte zu den in der nachfolgenden Tabelle verzeichneten Endwerthen. Ich beschränke mich hier nur auf die Anführung von diesen, weil ohnedies später bei Gelegenheit der Volumina der einzelnen Athemzüge wenigstens ein Theil der Detailsresultate wird angeführt werden müssen.

Individuum.	Zeit des Versuches.	Für eine Minute gefundene Wassermenge in Grammen.			Zahl der Beobachtungen.
		Maximum.	Minimum.	Medium.	
I. Ich, 33 Jahr alt, 54 Kilogr. schwer.	Den 22. Jun. Nachmittags um 4 Uhr.	0,283	0,203	0,251	5
Derselbe.	Den 23. Jun. früh um 7 Uhr.	0,387	0,220	0,260	8
Derselbe.	Den 29. Jun. Mittags um 12 Uhr.	0,230	0,229	0,2295	2
Mittel aus diesen Beobachtungen.	—	—	—	0,253	15
Ich.	Den 22. Jun. Abends um 6 Uhr mit möglichst tiefen In- und Exspirationen.	0,426	0,387	0,4065	2
Mittel aus allen mich betreffenden Beobachtungen.	—	—	—	0,271	17
II. Tsch., 18½ Jahr alt, Körpergewicht 43,5 Kilogr.	Den 23. Jun. Morgens um 10½ Uhr.	0,298	0,215	0,243	3
III. C. 21 Jahr alt, 62 Kilogr. schwer.	Den 28. Jun Nachmittags um 4 Uhr.	0,340	0,220	0,278	4
IV. Fl., 20 Jahr alt, 60,5 Kilogr. schwer.	Den 29. Jun. Mittags um 12 Uhr.	0,481	0,330	0,405	2
Derselbe.	Den 29. Jun. Nachmittags um 4 Uhr.	0,510	0,407	0,455	6
Mittel aus den an Fl. angestellten Beobachtungen.	—	—	—	0,440	8
V. H., 20 Jahr alt, 66 Kilogr. schwer.	Den 29. Jun. Morgens um 10½ Uhr.	0,370	0,291	0,330	4
Derselbe.	Den 30. Jun. Morgens um 10 Uhr.	0,295	0,257	0,278	3
Mittel der an H. angestellten Versuche.	—	—	—	0,308	7
VI. S., 20 Jahr alt, 65 Kilogr. schwer.	Den 30. Juni Morgens um 11 Uhr.	0,584	0,530	0,563	4
VII. R, 17½ Jahr alt, 87 Kilogr. schwer.	Den 30. Jun. Nachmittags um 4 Uhr.	0,592	0,488	0,537	3
Mittel aus allen gemachten Beobachtungen mit Ausnahme der beiden letzten von mir.	—	—	—	0,3449	44

Rechnet man die beiden durch möglichst starkes Athmen gefundenen Werthe hinzu, so ergiebt sich als Hauptmittel von 46 an 7 männlichen Individuen angestellten Beobachtungen für die Minute 0,3476 Grm.

Im Anfange dieser Experimente athmete ich durch die Schwefelsäure in der Regel fünf Minuten und länger, überzeugte mich aber bald, daß diese größere Zeitdauer gar keinen Vortheil gewährt, sondern sogar noch die Unbequemlichkeit mit sich führt, mehr Schwefelsäure nöthig zu machen und dadurch leicht ein Athmungshinderniß zu erzeugen. Zählt man an der Secundenuhr genau eine Minute ab, so verfährt man bequemer und zum Theil sogar sicherer. Die erste Rubrik der an mir gemachten Beobachtungen beruhen auf Werthen von 5 Minuten, die übrigen sämmtlich auf solchen von 1 Minute.

Aus jener Tabelle aber ergeben sich, wenn wir von den beiden Bestimmungen mit möglichst tiefen Athemzügen absehen, folgende Berechnungen:

	In der ausgeathmeten Luft enthaltene Wassermenge in Grammen.		
	in 1 Minute.	für 1 Stunde.	für 24 Stunden.
Maximum	0,592	35,520	852,480
Minimum	0,203	12,180	292,320
Mittel . .	0,3449	20,694	506,656

Wir können daher als ungefähren Werth annehmen, daß bei einem erwachsenen Manne die Ausathmungsluft innerhalb 24 Stunden ungefähr ½ Kilogramm = 1 schweizer Pfund Wasser mit sich fortführen würde, wenn er immer in gleichem Maaße fortathmete. Wir werden jedoch in der Folge sehen, daß dieser Durchschnittswerth eher zu groß als zu klein ist und daß wir als sichere Mittelzahl nur zwischen ³⁄₅ und ⁴⁄₅ Pfund annehmen können. Ueberhaupt sind hier, wie bei den späteren Athmungsversuchen die Reductionen auf 1 Stunde und 1 Tag nur deshalb beigegeben, weil diese Endwerthe für manche späteren Schlüsse nothwendig werden. Man sieht aber leicht, daß die Zahlen für eine Stunde schon unrichtiger als die für eine Minute und die für einen Tag fehlerhafter als die für eine Minute ausfallen müssen. Denn einerseits multiplicirt sich dann der kleinste Beobachtungsfehler 60 und 1440 Mal und anderseits darf man nicht voraussetzen, daß die Athmung selbst nur längere Zeit hindurch in gleichem Mittelschritte fortgehe.

Streng genommen hat man bei diesen Wasserwerthen nicht bloß die Zahlen der Lungenausdünstung, sondern auch diejenigen Wassermengen, welche von den Gebilden der Mundhöhle abdunsten. Allein unter den gewöhnlichen Verhältnissen entstehen hierdurch wahrscheinlich nur sehr kleine, bei dem Menschen übrigens auf keine Art zu beseitigende Fehler. Dagegen muß man sich in Acht nehmen, daß nicht das Individuum unmittelbar vor dem Versuche getrunken hat, weil dann natürlicher Weise die stärker befeuchteten Oberflächen auch mehr verdampfen lassen. Das oben unter Nr. VI. z. B. verzeichnete Individuum ergab in einer Versuchsreihe bei ganz stillem langsamen Athmen für die Minute 0,205 Grm. und 0,270 Grm. Trank es dagegen, während ich tarirte, Wasser, so zeigten sich 0,467 Grm. und 0,480 Grm.

422 Diese Wasserbestimmungen geben unmittelbar eine Methode an die Hand, um die Mengen der ausgeathmeten Luft für einen bestimmten Zeitraum zu berechnen. Gesetzt, die Quantität Wasser, welche ein Mensch innerhalb einer Minute ausathmet, sei = a Grm., so brauche ich nur zu berechnen, wie viel Cub. Cent. Wasserdampf a Grm. bei 37⁰,5 C. und dem bekannten Barometerstande in dem Maximum seiner Spannung geben. Ist die Ausathmungsluft mit Wasserdampf gesättigt, so beträgt ihr Volumen gerade so viel, als die gefundene Größe ausmacht. Nach den obigen Erfahrungen erhält man für 1 Grm. Körpersubstanz von 7 Männern von 17½ — 33 Jahren 0,0846 — 0,2202 Cub. Cent. für eine

Minute, 5,076 — 13,212 Cub. Cent. für eine Stunde, und 121,824 — 317,088 Cub. Cent. für einen Tag. Die gesammte ausgeathmete Luft betrug für 1 Minute 4957,5 — 14508,1 Cub. Cent. = 249,92 — 731,39 pariser Cub. Zoll, im Mittel aus allen Versuchen 8453,1 Cub. Cent. = 426,1 Cub. Zoll.

In den Tensionstabellen, deren man sich selbst gegenwärtig noch zu bedienen pflegt, finden sich in der Regel die früheren, von Gay-Lussac oder Anderen bestimmten Werthe einfach abgedruckt. Da diesen jedoch noch der ältere Ausdehnungscoefficient = 0,375 zum Grunde liegt, so müssen wir vor Allem die uns hier interessirende Zahl nach dem Coefficienten 0,3665 bestimmen. Nun wiegt nach Biot und Arago 1 Cub. Cent. Atmosphäre bei 760 Millimeter Barometer und 0° C. 0,001299075 Grm. Nehmen wir den Barometerstand als den gleichen an, so giebt 1 Cub. Cent. Luft bei 100° C. 1,3665. Hat aber dieses Quantum alsdann ein Gewicht von 0,001299075 Grm., so erhalten wir für 1 Grm. $= \frac{1,3665}{0,001299075} = 1051,902$ Cub. Cent. Nun gleicht nach Gay-Lussac die Dichtigkeit des Wasserdampfes = $\frac{5}{8}$ der der Atmosphäre. Folglich wird dann dieser bei 100° C. in dem Maximum seiner Spannkraft $\frac{8 \times 1051,902}{5} = 1683,0432$ Cub. Cent. betragen. Seine Dichtigkeit wird also $\frac{1}{1683,0432} = 0,000594162$ sein. Sucht man nun aber die Dichtigkeit desselben = d für die gleichen Verhältnisse und für 37°5 C., so findet man sie, da die Spannkraft bei dieser Temperatur = 46,3085 ist, durch die Gleichung:

$$d = 0,000594162 \times \frac{46,3085}{760} \times \frac{1,3665}{1 + 37,5 \times 0,003665} = 0,00004349445.$$

Es wird mithin 1 Grm. Wasser bei 760 Millimeter Barometer und 37°5 C. in dem Maximum seiner Spannkraft $\frac{1}{0,00004349445} = 22991,410$ Cub. Cent. einnehmen [1]). Nach der Gay-Lussac'schen Berechnung betrüge dieser Werth 23108 Cub. Cent., mithin 116,590 Cub. Cent. mehr.

Berechnet man nun hiernach mit den nothwendigen Barometercorrectionen die Volumina der ausgeathmeten Luft, welche sich aus den in dem vorhergehenden Paragraphen angeführten Tabelle ergeben, so erhält man:

Individuum.	Barometerstand in Millimetern.	Ausathmungswasser in Grammen für 1 Minute.			Zahl der Beobachtungen.	Volumen der in 1 Minute ausgeathmeten Luft in Cub. Cent.		
		Maximum.	Minimum.	Medium.		Maximum.	Minimum.	Medium.
Ich.	715,5	0,283	0,203	0,251	5	6911,2	4957,5	6129,7
Desgl.	715,5	0,337	0,220	0,260	8	8230,0	5372,7	6349,5
Desgl.	710	0,230	0,229	0,2295	2	5660,4	5635,8	5648,1
Desgl.	715,5	0,426	0,387	0,4065	2	10403,5	9451,1	9927,3
Mittel.	—	—	—	—	17	—	—	6623,2
Tsch.	715,5	0,298	0,215	0,243	3	7277,5	5250,6	5934,4
C.	709	0,340	0,220	0,278	4	8379,4	5241,9	6851,3
Fl.	710	0,481	0,330	0,405	8	11837,6	8121,5	9967,2
H.	711,5	0,370	0,257	0,330	7	9086,7	6311,6	8104,3
S.	713	0,584	0,530	0,563	4	14312,1	12988,7	13797,4
R.	713	0,592	0,488	0,537	3	14508,1	11959,4	13160,2

[1]) Der gefundene genauere Logarithmus der letzteren Zahl ist = 4,3615657.

Berechnen wir nun hieraus, wie viel Cubikcentimeter Luft auf 1 Gramm Körpergewicht für die Minute kommen, so ergiebt sich:

Individuum.	Körpergewicht in Kilogrammen.	In 1 Minute ausgeathmete Luft in Cub. Cent.			Ausathmungsluft für 1 Minute und 1 Grm. Körpergewicht in Cub. Cent.		
		Maximum.	Minimum.	Medium.	Maximum.	Minimum.	Medium.
Ich.	54	10403,5	5372,7	6623,2	0,1927	0,0995	0,1227
Tsch.	43,5	7277,5	5250,6	5934,4	0,1675	0,1207	0,1134
E.	62	8379,4	5241,9	6851,3	0,1356	0,0846	0,1105
Fl.	60,5	11837,6	8121,5	9967,2	0,1958	0,1342	0,1647
H.	66	9086,7	6311,6	8104,3	0,1376	0,0956	0,1228
S.	55	14312,1	12988,7	13797,4	0,2202	0,1998	0,2122
R.	87	14508,1	11959,4	13160,2	0,1668	0,1308	0,1512
Mittel aus allen Versuchen	—	—	—	—	—	—	0,1415

Die verhältnißmäßig bedeutenden Grenzen, in welchen die ausgeathmeten Luftvolumina schwanken, finden in den Verhältnissen der Respiration selbst ihre unmittelbare Erklärung. Wir können die Athmungsmenge entweder dadurch verstärken, daß wir mit jeder Inspiration mehr Luft einsaugen oder dieselbe in der Art erhöhen, daß wir die Zahl der Athemzüge innerhalb einer Minute vergrößern. In dem ersteren Falle geht leicht etwas Zeit, in dem letzteren ein Quantum Volumen verloren. Nun können sich aber beide Momente dergestalt combiniren, daß dadurch bei einem und demselben Menschen sowohl bedeutende Schwankungen der Größen der in 1 Minute ausgeathmeten Luft, als des in derselben Zeit ausgeschiedenen Wassers entstehen.

423 Aus den obigen Erfahrungen ergiebt sich endlich, daß Männer von 17½ — 33 Jahren bei ruhiger bis etwas beschleunigter Athmung mit jeder Exspiration 239,3 — 1567,7 Cub. Cent. oder 12,06 — 79,03 pariser Cub. Zoll Luft entlassen. Der Durchschnittswerth beträgt im Ganzen 656,9 Cub. Cent. oder 33,11 Cub. Zoll. Die absolute Wassermenge, welche hierin enthalten ist, schwankt zwischen 0,098 und 0,0637 Grammen. Auf 1 Grm. Körpergewicht kommen für jeden Athemzug 0,0042 — 0,0277 Cub. Cent. oder 0,000212 bis 0,001394 Cub. Zoll und 0,00000017 — 0,00000150 Grm. Wasser.

Den Beweis hierfür liefert die nachfolgende Tabelle, für welche ich unter den genannten 46 Beobachtungen 28, welche am belehrendsten waren, ausgezogen habe.

Nummer des Versuches.	Individuum.	Barometerstand in Millimetern.	Zahl der Athemzüge in 1 Minute.	Durchschnittsmenge des zu 1 Athemzuge gehörenden Wassers.	Mittleres Luftvolumen, welches mit 1 Athemzuge davongeht, in Cubik-Cent.
1	Ich um 7½ Uhr Morgens	715,5	20	0,0168	410,3
2	Desgl.	715,5	21	0,0108	263,8
3	Desgl.	715,5	19	0,0143	349,2
4	Desgl.	715,5	17	0,0131	319,9
5	Desgl.	715,5	12	0,208	508,8
6	Desgl. Nachmittags um 4 Uhr.	715,5	25	0,0098	239,3
7	Desgl.	710	16	0,0143	351,9
8	Desgl. Mittags um 12 Uhr.	710	12	0,0192	472,5
Mittel von mir	—	—	—	—	364,4
9	Tsch., Morgens um 10½ Uhr.	715,5	14	0,0213	520,2
10	Desgl.	715,5	15	0,0145	354,1
11	Desgl.	715,5	13	0,0165	403,0
Mittel von Tsch.	—	—	—	—	425,8
12	C., Nachmittags um 4 Uhr.	709	17	0,0200	492,9
13	Desgl.	709	16	0,0138	340,1
14	Desgl.	709	14	0,0165	406,7
15	Desgl.	709	12,5	0,0257	633,4
Mittel von C.	—	—	—	—	468,3
16	Fl.	710	7	0,0604	1486,5
17	Desgl.	710	8	0,0637	1567,7
18	Desgl.	710	6	0,0483	1188,7
Mittel von Fl.	—	—	—	—	1414,3
19	H.	711,5	14	0,0208	510,8
20	Desgl.	711,5	12	0,0250	614,0
21	Desgl.	711,5	19	0,0149	365,9
22	Desgl.	711,5	20	0,0147	361,0
Mittel von H.	—	—	—	—	462,8
23	S.	713	17	0,0338	828,3
24	Desgl.	713	18	0,0318	779,2
25	Desgl.	713	16	0,0331	811,2
Mittel von S.	—	—	—	—	806,3
26	R.	713	10	0,0488	1195,9
27	Desgl.	713	10	0,0530	1298,8
28	Desgl.	713	11	0,0538	1318,5
Mittel von R.	—	713	—	—	1271,1
Mittel aus allen Beobachtungen	—	—	—	—	656,9

Diese so bedeutenden Schwankungen der Mengen der in 1 Minute ausgeathmeten Luft erklären sich aus in dem folgenden Paragraphen angeführten individuellen Verhältnissen der Subjecte, welche zu diesen Untersuchungen gedient haben.

Endlich vermag man noch durch jene Versuchsmethode zu bestimmen, 424
wie viel Luft ein Mensch in dem Maximum der ihm möglichen stärksten

Ausathmung hervorzutreiben vermag. An 6 der oben verzeichneten Individuen angestellte Beobachtungen ergab sich, daß nach einer starken Einathmung durch eine äußerst nachdrückliche Exspiration 1936,1 — 3651,5 Cub. Cent. oder 97,598 — 184,083 Cub. Zoll entleert werden konnten. Im Durchschnitt zeigten sich 2773,5 Cub. Cent. = 139,82 pariser Cub. Zoll.

Zu diesem Zwecke läßt man das Individuum frei tief einathmen und dann in die tarirte Athmungspfeife, so stark es angeht, ausathmen. Die hinzugekommene Wassermenge giebt das Volumen der hervorgestoßenen Luft. Hierbei fand sich:

Nummer des Versuches.	Individuum.	Barometerstand in Millimetern.	Tiefe Ausathmung.		
			Zeitdauer derselben in Secunden.	Menge des Wassers in Grammen.	Volumen der davongehenden Luft in Cubikcentimetern.
1	Ich	713	13	0,095	2328,1
2	Desgl.	713	9,5	0,091	2230,1
3	Desgl.	713	12	0,095	2328,1
4	H.	713	17,5	0,120	2940,8
5	Desgl.	713	21	0,115	2818,3
6	Desgl.	713	22	0,121	2965,5
7	S.	713	14	0,149	3651,5
8	Desgl.	713	22	0,103	2524,2
9	Desgl.	713	21	0,109	2671,2
10	Desgl.	713	24,5	0,119	2916,3
11	Desgl.	713	11,5	0,137	3357,5
12	C.	713	17	0,144	3529,0
13	Desgl.	713	38	0,149	3651,5
14	R.	713	22	0,123	3014,3
15	Desgl.	713	33	0,104	2548,8
16	Desgl.	713	38	0,110	2695,8
17	Fl.	710	12½	0,086	2116,5
18	Fl.	710	10½	0,079	1936,1
Mittel aus allen Versuchen	—	—	—	—	2773,5

Die bedeutenden Schwankungen, welche diese Beobachtungen ergeben, erklären sich aus der Verschiedenheit der Individualität und des Exercitium des Thorax von selbst. Unter diesen Verhältnissen kann weder das Körpergewicht, noch die Länge des Menschen, noch selbst der äußere Umfang des Brustkastens als allein bestimmend angesehen werden. Alle Werthe, die man durch Erfahrungen der Art erhält, sind ungefähre Zahlen, die keine absolute Bedeutung haben, sondern selbst bei einer und derselben Individualität auf erhebliche Weise wechseln und bei verschiedenen Personen in noch höherem Maaße variiren. Um jedoch wenigstens eine Art von Schätzung für die zu jenen Wasserversuchen gebrauchten 6 Individuen zu haben, wurden neben dem Gewichte und der Länge ihres Körpers mehrere Dimensionen des Thorax bei gewöhnlichem Athmen und bei möglichst tiefer Inspiration und Exspiration bestimmt. Es ergab sich hierbei:

Individuum und Alter.	Körpergewicht in Kilogr.	Körperlänge in Metern.	Maaße in Centimetern. Länge des Brustbeines.	Länge von der Achselhöhle b. z. letzt. Rippe auf der rechten Seite.	Peripherie des Thorax unter den Achselhöhlen.	Peripherie des Thorax im Niveau der Herzgrube. Bei ruhigem Athmen.	Bei möglichst tiefem Einathmen.	Bei möglichst tiefem Ausathmen.
Ich, 33 Jahr alt	54	1,61	16,5	26,5	78	75	80	71
Tsch., 18½ J. alt	43,5	1,55	13	23	71	67,5	73,5	64,5
E.	62	1,68	16	28	83	83	88	79,5
Fl., 20 Jahr alt	60,5	1,65	16	26	86	78	83,5	74,5
Fl., 20 Jahr alt	66	1,74	20	27	91	85	87	75,5
S., 20 Jahr alt	65	1,73	20,5	26	91	80	83	72
R., 17½ J. alt	87	1,71	17,5	26,5	103	93,5	98	90

Reduciren wir die drei letzteren veränderlichen Werthe auf gegenseitige Bruchtheile, so haben wir für die Peripherie und folglich auch für den mittleren Durchmesser des Brustkastens in der Gegend der Herzgrube:

Individuum.	Größe der Erweiterung des Thorax bei möglichst tiefem Einathmen in Verhältniß zum ruhigen Athmen.	Größe der Verengerung des Thorax bei möglichst tiefem Ausathmen in Verhältniß zum ruhigen Athmen.	Größe der Schwankung zwischen tiefster Inspiration und tiefster Ausathmung in Verhältniß zur letzteren.
Ich	1 : 15	1 : 18,75	1 : 7,88
Tsch.	1 : 11,16	1 : 22,50	1 : 7,17
E.	1 : 17,00	1 : 20,75	1 : 8,35
Fl.	1 : 14,18	1 : 22,28	1 : 8,28
Fl.	1 : 42,50	1 : 8,94	1 : 6,57
S.	1 : 26,66	1 : 10,00	1 : 6,55
R	1 : 21,77	1 : 26,71	1 : 11,25
Mittel	—	—	1 : 8,29

Wir sehen hieraus zuvörderst, daß die Größe der Erweiterung des Thorax im Niveau der Herzgrube im Momente der tiefen Einathmung im Verhältniß zum Thoraxraume im ruhigen Zustande sehr inconstant erscheint. Dasselbe gilt von der Parallele des letzteren Werthes mit dem der möglichst tiefen Ausathmung. Dagegen zeigen sich im Ganzen beständigere Zahlen, wenn man die Differenz der möglichsten Verengerung des Brustraumes im Momente der tiefsten Exspiration und der Ausdehnung im Augenblicke der möglichst tiefen Inspiration mit dem ersteren Zustande vergleicht. Der Unterschied beträgt dann für 7 der oben verzeichneten Individuen von 17½ bis 33 Jahren $^1/_{6,57}$ bis $^1/_{8,35}$ und, wenn man aus ihnen das Mittel zieht, $^1/_{7,46}$. Bei diesen Personen betrug also das Erweiterungsspiel zwischen möglichst tiefer Ein- und Ausathmung $^1/_7$ bis $^1/_8$ des Umfanges des Thorax, den dieser bei möglichst tiefer Exspiration hat. Bei dem Individuum R. hinderte wahrscheinlich die sehr bedeutende Fettleibigkeit die genaue Bestimmung. Ueberhaupt haben wir in den Personen, welche zu diesen Versuchen dienten, die mannig-

fachsten Extreme. R. war 1 Jahr jünger und nichts desto weniger bei seinem bedeutenden Körperumfange noch ein Mal so schwer als Tsch. Fl. zeichnete sich durch einen besonders breiten, C. durch einen langen kräftigen Thorax, H. wie S. zum Theil durch Körperlänge aus.

Die obigen Volumensbestimmungen der ausgeathmeten Luft fallen noch genauer als diejenigen aus, welche man mittelst des Gebrauches von Gasometern erhalten könnte, weil an diesen selbst bei der exactesten Untersuchung zwei nicht scharf oder wenigstens nicht ohne Nebenbeobachtungen zu controlirende Dinge hinzukommen. Denn 1) wird die durch die absperrende Flüssigkeit streichende Luft abgekühlt und ihrem Volumen nach vermindert. 2) Absorbirt das Wasser oder das Oel, welches zu solchen Forschungen erforderlich ist, mehr oder minder bedeutende Gasmengen, so daß auch hierdurch eine Verringerung des Umfanges eintritt.

Die obigen Erfahrungen bestätigen und erklären zugleich die bedeutenden Schwankungen der zu einem Athemzuge gehörenden Luftvolumina, welche die einzelnen früheren Beobachter meist auf directem Wege gefunden haben. Nur die Annahme von Abilgaard, daß ein Mensch für einen Athemzug 3 bis 6, und die von Wurzer, daß er 6 bis 8 Cubikzoll Luft brauche, dürften irrthümlich sein. Sonst dagegen halten sich die Zahlen von Davy (10—13) Allen und Pepys (16,5), Herbst (16—25), Dalton (30), Bostock und Menzies (42 Cubikzoll)[1]) zwischen den oben angegebenen Extremen, die 12 und 79 franz. Cubikzoll betragen. Der Durchschnittswerth, 33 Cub. Zoll, würde sich am meisten dem von Dalton nähern. Allein einerseits dürfen wir nicht vergessen, daß man bei allen Versuchen der Art unwillkürlich stärker als gewöhnlich athmet und weniger, aber tiefere Athemzüge macht. Anderseits aber sind die Mittel für verschiedene Personen sehr verschieden. So in der obigen Reihe für mich 364,4 Cub. Cent. = 18,370 Cubikzoll, für Tsch. 425,8 Cub. Cent. = 21,465 Cubikzoll, für C. 468,4 Cub. Cent. = 23,609 Cubikzoll, für Fl. 1414,3 Cub. Cent. = 71,298 Cubikzoll, für H. 462,9 Cub. Cent. = 23,336 Cubikzoll, für S. 806,3 Cub. Cent. = 40,648 Cubikzoll und für R. 1271,1 = 64,079 Cubikzoll.

Was das Maximum von Luft betrifft, welches ein Mensch durch eine vorangegangene tiefe Inspiration durch eine möglichst starke Ausathmung hervorzubringen im Stande ist, so schwankte es nach den obigen Schwefelsäurebestimmungen zwischen 97,5 und 184 Cub. Zoll. Der letztere Werth stimmt auch mit den Angaben vieler anderen Beobachter. So fand Davy jenes Maximum für sich zu 190 Cubikzoll, Bostock 170 Cubikzoll, Thomson 200 Cubikzoll. Die Resultate von Herbst dagegen schwanken nach Beobachtungen, welche an 11 jungen Männern angestellt worden, zwischen 120 und 244 Cubikzoll und ergeben einen Durchschnittswerth von 167 Cubikzoll[2]). Die aus den Schwefelsäurebestimmungen an jenen Individuen erhaltene Mittelzahl betrug 140 Cubikzoll.

425 Suchen wir aber diejenigen Wassermengen, welche von unserem Körper selbst bei dem Athmen hergegeben werden, zu erfahren, so können wir sie in dieser Hinsicht nur für den Fall, in welchem die eingeathmete Luft, wie z. B. bei sehr feuchtem und regnerischem Wetter, auf Teichen, Flüssen, Seen, Meeren u. dgl. mit Wasserdampf gesättigt ist, angeben. Der Organismus wird hier so viel Wasser hinzufügen müssen, als dem Temperaturunterschiede der eingeathmeten Luft und 37°,5 C. entspricht. Aus dieser Zahl ergiebt sich dann die Proportion des hinzugetretenen Wassers von selbst. Um in dieser Beziehung eine Uebersicht zu haben, enthält die nachfolgende Tabelle die hiernach berechneten Werthe für — 20° C. bis + 20° C. von 5 zu 5 Grad. Der Einfach-

---

[1]) C. F. Burdach die Physiologie als Erfahrungswissenschaft. Bd. VI. Leipzig. 1840. 8. S. 420.

[2]) Siehe über diese Data J. Bostocks Versuch über das Athemholen. Erster und zweiter Theil. Aus dem Englischen übersetzt von A. F. Nolde. Erfurt. 1809. 8. S. 73 und 185, und Burdach a. a. O. S. 431. 32.

heit der Rechnung wegen und weil dieses für den Endbruchtheil keine sehr wesentlichen Unterschiede bedingt, habe ich mich hier an die Gay-Lussac'sche Tabelle gehalten.

Temperatur der eingeathmeten Luft in Celsius'schen Graden.	Volumen von 1 Grm. Wasser als Dampf bei der voranstehenden Temperatur	Constantes Volumen von 1 Grm. Wasser als Dampf bei 37°5 C.	Bruchtheil, welchen das von uns hinzugefügte Wasser in Verhältniß zur absoluten Wassermenge der Ausathmungsluft darstellt.
— 20	650588	23108,5	0,96 oder $^{24}/_{25}$
— 15	470898	»	0,94 oder $^{47}/_{50}$
— 10	342984	»	0,93 oder $^{93}/_{100}$
— 5	251358	»	0,91 oder $^{9}/_{10}$
0	182323	»	0,87 oder $^{22}/_{25}$
+ 5	137488	»	0,83 oder $^{41}/_{50}$
+ 10	102670	»	0,77 oder $^{39}/_{50}$
+ 15	77008	»	0 70 oder $^{7}/_{10}$
+ 20	58224	»	0,60 oder $^{3}/_{5}$
+ 25	44411	»	0,48 oder beinahe $^{1}/_{2}$
+ 30	34041	»	0,32 oder beinahe $^{1}/_{3}$
+ 35	26253	»	0,12 oder beinahe $^{1}/_{8}$

Wir sehen also hieraus, daß wir in einer Atmosphäre, die mit Wasserdampf gesättigt ist, bei einer gewöhnlichen Mitteltemperatur von + 10° C. bis + 20° C. nur ungefähr $^{3}/_{5}$ bis $^{4}/_{5}$ des in der ausgeathmeten Luft enthaltenen Wassers hergeben. Bei — 20° C. beträgt dieser Werth $^{24}/_{25}$ der davon gehenden Wassermenge.

Wenn dagegen die Luft, wie gewöhnlich, mit Wasserdampf nicht vollständig gesättigt ist, so wird die Erforschung complicirter und muß für jeden einzelnen Fall besonders vorgenommen werden. Die gewöhnlichen Hygrometerbestimmungen reichen für solche Fälle nicht aus. Man muß vielmehr dann die Wassermenge der Atmosphäre nach dem Brunner'schen Verfahren [1]) mittelst des Aspirators und Schwefelsäure bestimmen. Gesetzt nun, man fände hierbei, daß 1000 Cub. Cent. Atmosphäre bei einer Temperatur t eine Gewichtsmenge = n Grammen von Wasser enthalten, so wird, da 1000 Cub. Cent. Luft bei 37°,5 C. mit Wasserdampf gesättigt 0,043274 Grm. Wasser führen, 0,043274 — n diejenige Wassermenge sein, welche wir selbst bei dem Athmen hinzufügen und $\frac{0,043274 \text{ n}}{0,043274}$ den gesuchten Bruchtheil darstellen. Um dieses mit einem Beispiele zu belegen, so zeigte sich an einem mäßig warmen Junitage nach einer Bestimmung von Brunner, daß die Luft in dem hiesigem chemischen Laboratorium bei 18° C. in 12977,130 Cub. Cent. 0,117 Grm. Wasser ent-

[1]) Poggendorff's Annalen. Bd. XX. S. 274.

hielt. Es führten mithin 1000 Cub. Cent. Atmosphäre 0,009002 Grm. Wasser. Nach der Gay-Lussac'schen Tabelle beträgt 1 Grm. Wasser als Dampf im Maximo der Sättigung bei + 18° C. 65201 Cub. Cent. Folglich enthalten dann 1000 Cub. Cent. Atmosphäre 0,015338 Cub. Cent. Bezeichnen wir nun den absolut trockenen Zustand mit 0 und den mit Wasserdampf gesättigten mit 100, so entspricht jene gefundene Feuchtigkeitsgröße der Luft 58, 694 hygrometrischen Graden. Da nun aber die ausgeathmete Luft in 1000 Cub. Cent. 0,043274 Grm. Wasser fortführt, so mußten die Personen, welche zu jener Zeit im chemischen Laboratorium athmeten, für je 1000 Cub. Cent. Athmungsluft 0,043274 — 0,009002 Grm. = 0,034272 Grm. oder 0,79 oder beinahe $\frac{4}{5}$ des mit der Exspiration davon gehenden Wassers aus dem Blute und der Ernährungsflüssigkeit der Lungen abgeben. Wegen des geringeren Feuchtigkeitsgrades der Luft war dann der Mensch genöthigt, eben so viel Wasser aus seinem Körper für den Athem zu liefern, als wenn er bei + 5° C. in einer mit Wasserdampf gesättigten Atmosphäre geathmet hätte. Würde er bei 18° C. in einer vollständig durchfeuchteten Luft respirirt haben, so wäre nur ein Zuschuß von etwas mehr als $\frac{3}{5}$ (ungefähr $\frac{2}{3}$) nothwendig gewesen.

Die Brunnersche Methode, diese Feuchtigkeit zu bestimmen, ist folgende. Man befestigt hermetisch an die obere Oeffnung des Aspirators eine Röhre, welche mit Asbest oder Bimstein und Schwefelsäure gefüllt und genau tarirt ist. Nun läßt man in eine Flasche, deren Inhalt bis zu einem Merkzeichen bekannt ist, ein bestimmtes Volumen Wasser aus dem Aspirator ablaufen. In diesen und durch die Schwefelsäure wird dann ein gleich großes Luftvolumen streichen. Man sieht hierauf, wie viel hierdurch die Schwefelsäureröhre an Gewicht zugenommen und berechnet, mit Berücksichtigung der Temperatur der Atmosphäre, den Hygrometerwerth der Luft.

426 Außer den geschilderten physikalischen Veränderungen, welche die eingeathmete Luft erleidet, erfährt sie auch einen theilweisen chemischen Umsatz. Dieser concentrirt sich im Wesentlichen darauf, daß sie im Durchschnitt ungefähr $\frac{1}{25}$ bis $\frac{1}{20}$ ihres Volumens oder $\frac{1}{17}$ bis $\frac{1}{16}$ ihres Gewichtes an Kohlensäure aufnimmt und dafür etwas mehr Sauerstoff abgiebt. Ihr Stickstoffgehalt dagegen verändert sich gar nicht, und ihr Volumen verliert daher, abgesehen von den durch die Temperatur und die Sättigung mit Wasserdampf bewirkten Veränderungen, genau so viel als der Ueberschuß des absorbirten Sauerstoffes über die ausgeschiedene Kohlensäure beträgt.

427 Im Wesentlichen ist die Atmosphäre, welche der Mensch an den meisten Orten des Erdballes unter normalen Verhältnissen einathmet, durchaus dieselbe. Die kleinen Unterschiede, welche sich in dieser Beziehung zu erkennen gaben, fallen wenigstens zum größten Theile noch innerhalb der möglichen Beobachtungsfehler. Dagegen lehrten die neuesten und genauesten Analysen, daß die Atmosphäre keineswegs eine constante Mischung von numerisch runden Zahlen des Sauerstoffes und des Stickstoffes, nämlich von 21% Oxygen und 79% Nitrogen darstellt, sondern daß sie überall, wo sie bisher sorgfältig geprüft werden, im Durchschnitt dem Volumen nach 20,81% Sauerstoff und 79,19% Stickstoff oder dem Gewichte nach 23,01% Oxygen und 76,99% Nitrogen

führt. Nach den genaueren Zahlen, welche Brunner für die Atmosphäre in Bern und Dumas und Boussingault für die in Paris erhalten haben und die auch in dem Folgenden als beständige Factoren der Einathmungsluft angenommen werden, beträgt der Sauerstoff dem Volumen nach 20,815%, der Stickstoff 79,185%. Wenn man den neuen Werth der Dichtigkeit des Oxygens nach Dumas und Boussingault = 1,1057 und den des Stickstoffes = 0,972 annimmt, so entspricht dieses 23,0151 Gewichtsprocenten Sauerstoff und theoretisch durch Subtraction 76,9849 Gewichtsprocenten Stickstoff [1]). Die Mengen der Kohlensäure, welche eine normale Atmosphäre führt, sind äußerst gering. Sie betragen nach den sehr gründlichen und zahlreichen Beobachtungen von Saussure, welche später durch Brunner und Andere bestätigt worden, dem Volumen nach 0,0004 bis 0,0006%. Da nun Werthe der Art bei Bestimmung der Kohlensäure der ausgeathmeten Luft noch längst innerhalb der Fehlergrößen des Versuches fallen, so kann man oder muß vielmehr sogar bei den Forschungen, welche man über die procentigen Verhältnisse der Respirationsluft anstellt, die Kohlensäure der Atmosphäre gänzlich außer Acht lassen. Dasselbe gilt von den Minimis von Wasserstoff, Kohlenwasserstoff und von organischen flüchtigen Substanzen, welche die Luft bisweilen zu enthalten vermag.

Um das eben Ausgesprochene zu belegen, finden sich in der folgenden Tabelle eine Uebersicht der Endwerthe der neuesten und genauesten Atmosphäreanalysen:

Localität.	Gewichtsprocente.		Beobachter.
	Sauerstoff.	Kohlensäure.	
Bern, chemisches Laboratorium. .	23,021, oder nach der Dichtigkeit = 1,1026	76,979	Brunner [2]).
	22,957	77,043	
Paris, chemisches Laboratorium des Pflanzengartens.	23,015	76,985	Dumas und Boussingault [3]).
Faulhorn im Berner Oberland, 8140 Fuß hoch, im Jahre 1832	23,060	76,940	Brunner.
Dieselbe Localität, im Jahre 1841	22,970	77,030	Dumas und Boussingault.
Genf	22,993	77,007	de Marcignac [4])
Copenhagen, Hof der polytechnischen Schule	22,996	77,004	Levy [5]).
Luft an der Küste bei Kronborg, 12 Meilen von Copenhagen .	23,016	76,984	Levy.
Mittel	23,001	76,999	

[1]) Ich sage theoretisch, weil 79,185 × 0,972 = 79,96782 giebt. Man erhält daher, wenn man von dem Volumen des Sauerstoffes ausgeht, ein Deficit von 0,01708%. Dieses kann in Fehlern der angenommenen Temperatur oder in anderen Beobachtungsstörungen liegen.

[2]) Annales de Chimie et de Physique. Troisième Série. Tome III. Paris. 1841. 8. p. 317.

[3]) Ebendaselbst p. 257 fgg.

[4]) L'Institut 1842. Nr. 429. p. 93.

[5]) Ebendaselbst p. 94.

Dieses Mittel gäbe nach den neuen Dichtigkeitswerthen 20,802 % Sauerstoff und 79,218 % Stickstoff. Es weicht daher von den genaueren Mittelzahlen von Brunner, Dumas und Boussingault nur um 0,013 % ab.

428 Abgesehen von so bedeutenden Schwankungen der Atmosphäre, daß hierdurch giftartige Einwirkungen entstehen, kann die Constitution der Luft nach einzelnen besonderen Verhältnissen der differenten Umgebungen in ziemlich bedeutenden Grenzen variiren. Auf dem Meere z. B. enthält sie etwas weniger Sauerstoff als auf dem Lande und an der Küste (Levy). Die in dem Schnee eingeschlossene Luft ist sauerstoffreicher als die reine Atmosphäre (Gay-Lussac, Humboldt, Boussingault [§. 61.]) und diese müßte daher auf Schnee- und Eisfeldern verändert sein, wenn nicht diese Metamorphosen überhaupt nur gering wären und wenn sie nicht noch durch die Winde ausgeglichen fast unwirksam gemacht würden. Sehr problematisch dagegen, obgleich durch mathematische Theorieen unterstützt, erscheint die Ansicht, daß die Atmosphäre in größeren Höhen etwas sauerstoffärmer als in der Ebene sei (Dalton). Einer wiederholten Prüfung endlich scheint noch das Resultat zu bedürfen, daß viele Minen in England beträchtlich weniger Oxygen als die gewöhnliche Atmosphäre führen (Moyle).

In der Luft über dem Meere bei Copenhagen fand Levy in 4 Analysen 22,56 bis 22,59 Gewichtsprocente Sauerstoff. Diese Eigenthümlichkeit kann, wenn keine heftigeren Winde störend einwirken, durch die größere Absorption des Meerwassers bewirkt worden sein. Gay-Lussac erhielt aus der bei seiner Ascension in einem Luftballone in einer Höhe von 21430 Fuß gesammelten Luft 21,65 Volumenprocente Oxygen. Allein dieser größere Werth hat vielleicht, wie sich jetzt vermuthen läßt, in der angewandten Methode seinen Grund. Dalton fand in Manchester 20,88 bis 21,10 %, auf der Wengernalp dagegen nur 20,45 und auf dem Simplon 19,98 %, Boussingault in Santa Fé de Bogota (2650 M.) 20,65, auf Ibaqué (1323 M.) 20,70 und in Mariquita (548 M.) 20,77 Volumenprocente Sauerstoff [1]). Nach Moyle [2]) würde die Luft in vielen englischen Minen nur 14,5 bis 18,5 % Oxygen führen. Die Menge der Kohlensäure würde dafür bisweilen 0,15 % erreichen. In allen diesen Fällen sind noch mehr als hinreichende Sauerstoffmengen für den Athmungsproceß vorhanden. Dieser kann nur gehindert werden, wenn andere schädliche Gasarten, vorzüglich Kohlensäure, Kohlenoxyd oder Kohlenwasserstoff in relativ erheblicher Menge hinzutreten.

429 Eine Reihe von Analysen der ausgeathmeten Luft, von denen 16 einen 47jährigen, 14 einen 33jährigen und 4 einen 53jährigen Mann mittlerer Körpergröße betrafen, führten zu folgenden Schwankungen der procentigen Bestandtheile, welche sich übrigens bei einer Zahl nachfolgender Bestimmungen noch ferner bestätigten.

---

[1]) Annales de Chimie a. a. O. p. 281.

[2]) Ebendaselbst p. 318—333.

	Volumenprocente.			Gewichtsprocente.		
	Kohlensäure.	Sauerstoff.	Stickstoff.	Kohlensäure.	Sauerstoff.	Stickstoff.
Maximum	5,495	17,246	80,304	8,185	18,767	76,834
Minimum	3,299	14,968	78,890	4,968	16,200	75,151
Medium aus 34 Analysen	4,380	16,033	79,587	6,546	17,373	76,081

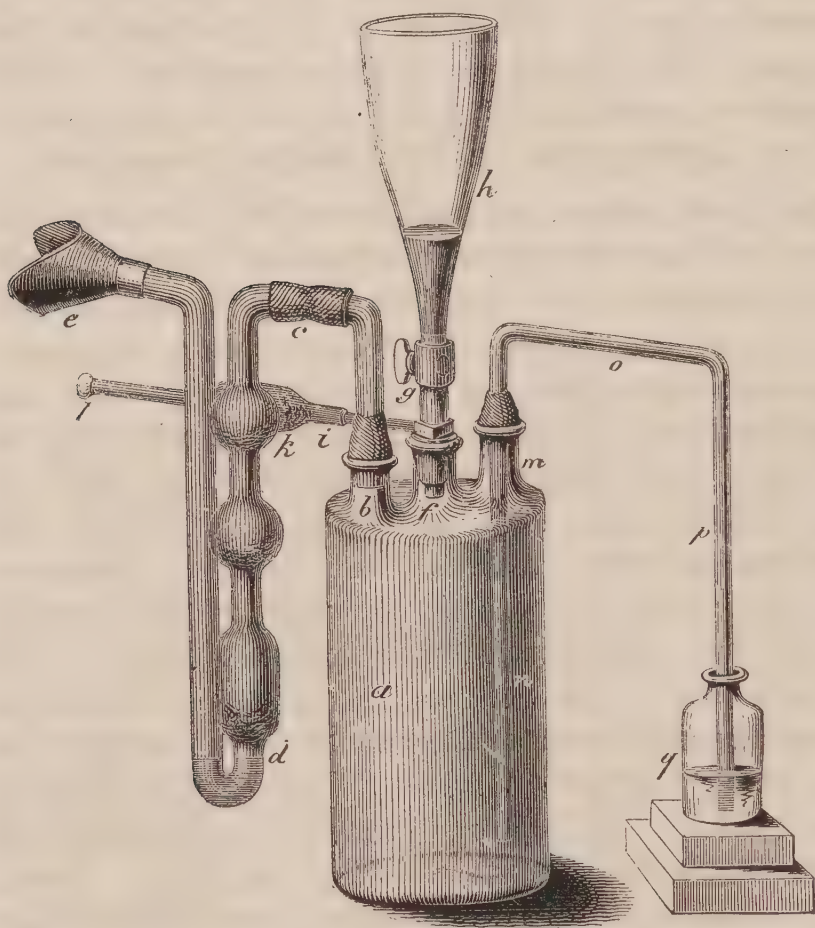
Zur genaueren Beurtheilung dieser Zahlen muß jedoch bemerkt werden, daß streng genommen nur die Mittelwerthe als vollkommen exact angesehen werden können, daß dagegen die Maxima sowohl als die Minima zum Theil wenigstens unrichtig sind, weil in ihnen, der analytischen Methode gemäß, die Fehlergrößen am bedeutendsten hervortreten.

Hieraus folgt aber, daß, wenn wir unmittelbar 100 Theile absolut trockener ausgeathmeter Luft mit 100 Theilen vollkommen wasserfreier Atmosphäre für dieselbe Temperatur und denselben Druck vergleichen, das ausgeathmete Gas in den obigen Versuchen 3,299 bis 5,495, im Durchschnitt 4,380 Volumprocente oder 4,968 bis 8,185, im Mittel 6,546 Gewichtsprocente Kohlensäure führt. Dafür wäre, wenn man sich streng an die obigen Resultate hält, das Sauerstoffgas dem Volumen nach auf 0,82854 oder $\frac{4}{5}$ bis 0,71910 oder $\frac{7}{10}$, im Mittel auf 0,77026 oder 77% seines ursprünglichen Werthes reducirt. Das bei dem Athmungsprocesse absorbirte Oxygen würde hiernach im Durchschnitt 23% des ursprünglichen Sauerstoffes der eingeathmeten Atmosphäre betragen. Wir werden jedoch in der Folge sehen, daß alle diese Oxygenwerthe noch schärfer und richtiger gegeben werden können. Der Stickstoff endlich zeigt seinem Volumen nach ein entgegengesetztes Verhalten, wie für sein Gewicht. Wie wir später finden werden, sind fast unzweifelhaft der Minimalwerth des Volumens und der Maximalwerth des Gewichtes unrichtig. Abstrahiren wir hiervon, so erscheint der Stickstoff immer dem Volumen nach erhöht, dem Gewichte nach erniedrigt. Der Grund dieser Eigenthümlichkeit liegt in den Verhältnissen der Kohlensäure. Dem Volumen nach entspricht 1 Cubikcentimeter Kohlensäure 1 Cubikcentimeter Sauerstoff. Verschwindet nun bei dem Athmen etwas mehr Oxygen als Kohlensäure dafür ausgeschieden wird, so muß sich natürlich, wenn keine Compensation Statt findet, das relative Stickstoffvolumen erhöhen. Dem Gewichte nach dagegen führt 1 Grm. Kohlensäure nur 0,727273 Grm. Sauerstoff. Es wird also unter derselben Voraussetzung der procentige Stickstoffgehalt, wenn nicht das absorbirte Oxygen 0,272727 Grm. mehr beträgt als in der ausgeschiedenen Kohlensäure enthalten ist, herabgedrückt werden müssen. Da nun dieses, wie bald bewiesen werden soll, nie der Fall ist, so erklärt sich hieraus, weshalb 100 Theile trockener ausgeathmeter Luft weniger Gewichtsprocente Stickstoff als 100 Theile wasserfreier Atmosphäre führen.

Die obigen Data, so wie eine Zahl der nachfolgenden Thatsachen, beruhen auf einer Reihe von Studien, welche Brunner und ich über den Athmungsproceß des erwachsenen Menschen vorgenommen haben und bei welchen der Erstere die chemischen Manipulationen und die Wägungen übernahm. Zu denjenigen Beobachtungen, welche den in dem obigen Texte verzeichneten Zahlen zum Grunde liegen, dienten zweierlei Versuchsreihen mit zwei verschiedenen Apparaten. Die detaillirten Darstellungen dieser Forschungen finden sich in Roser und Wunderlich medicinische Vierteljahresschrift. Bd. II. S. 372.

Erste Versuchsreihe. Bei dem hierfür gebrauchten Apparate handelte es sich nur darum, die reine Ausathmungsluft in einer zur eudiometrischen Analyse geeigneten Weise zu erhalten und es möglich zu machen, daß man die spätere Austreibung des Gases durch Quecksilber bewerkstelligen könne, um so vor bedeutenderen Störungen durch Absorption gesichert zu sein. Zu diesem Zwecke diente eine dreihalsige Flasche a von einem räumlichen Inhalte von ungefähr 1200 Cub. Cent. oder von 1 bis $1\frac{1}{5}$ C.Dec. In dem einen äußern Halse b befand sich eine gebogene Röhre von $1\frac{1}{2}$ Centim. Lumendurchmesser luftdicht eingekittet. Diese war durch eine Kautschuckröhre c mit einer der oben (§. 421) beschriebenen Athmungspfeifen d fest verbunden. Zur Sicherheit wurde dann auch noch die Gummivereinigung sorgfältig verkittet. Die Athmungspfeife enthielt nach der früher geschilderten Weise Asbest und Schwefelsäure, jedoch so, daß hierdurch kein Athmungshinderniß irgend einer Art entstand. Zur späteren Verschließung der unteren Oeffnung des Athmungsmundstückes e diente ein eingepaßter Bleizapfen, welcher mit Kitt umgeben und eingedrückt sogleich hermetisch schloß.

Fig. 19.



Der zweite Hals f der Flasche enthielt in luftdichter Verkittung ein stählernes Einsatzstück mit doppeltem Ausgange, einem unteren horizontalen und einem oberen. Der letztere konnte durch einen stählernen Hahn vollkommen verschlossen werden und führte zu einem 17 Centimeter hohen Trichter h, welcher in seiner oberen Ausgangsfläche einen Durchmesser von 9,5 bis 10 Centimeter darbot. Er wurde, um den Verschluß noch sicherer zu machen und eines anderen später zu erwähnenden Zweckes wegen zum Theil und zwar in der Regel bis zu einer Höhe von 5 Centimetern mit destillirtem Quecksilber gefüllt. Der andere, horizontale Ausgang des stählernen Ansatzstückes führte zu der eudiometrischen Trocknungsröhre i, welche eine Länge von 13 Centimetern und einen Durchmesser von 11 Millimetern hatte. Mit Ausnahme zweier Versuche, bei welchen wir Chlorcalcium gebrauchten, war sie immer mit Asbest und Schwefelsäure angefüllt. Um mehr aufnehmen zu können, hatte sie auch eine Erweiterung k, deren Diameter $2\frac{1}{2}$ Centimeter, deren Länge ungefähr 3 Centimeter betrug. Mit dem stählernen Ansatzstücke war sie luftdicht verbunden. Ihr freies Ende l dagegen war während des Durchathmens durch den Apparat durch ei-

nen Pfropf von Kitt luftdicht verschlossen. Durch den dritten Hals m der Flasche endlich ging ein Glasheber von 11 Millimeter Durchmesser, dessen einer etwas längerer Arm n bis nahe an den Boden der Athmungsflasche reichte und eine Länge von 25 Centimetern hatte. Die des horizontalen Armes o betrug ungefähr 15 Centimeter und die des kürzeren p 19 Centimeter. Der letztere drang in ein enghalsiges Gefäß q, welches so weit mit Wasser gefüllt war, daß das Niveau desselben eine oder mehrere Linien über der freien Mündung des Heberarmes p hinausragte, daß aber durch diese sperrende Flüssigkeit kein Athmungshinderniß irgend einer Art entstand.

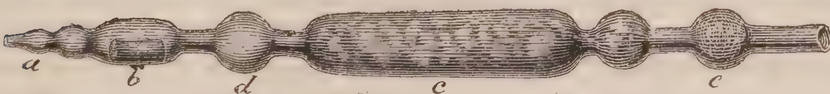
War nun alles vorbereitet, so athmete der Mensch von dem Mundstücke e aus genau $\frac{1}{4}$ Stunde lang durch den Apparat hindurch. Da alle Ausgänge, mit Ausnahme der Oeffnung des längeren Heberarmes p, so verschlossen waren, daß keine Luft hervortreten konnte und das Mundstück e der Umgebung der Lippen dicht anlag, so mußte die Luft das Wasser in q vor sich hertreiben und mit Tönung entweichen. Die erwärmtere Ausathmungsluft, welche leichter in die Höhe steigt, mußte eher in der Athmungsflasche bleiben und bei dem tiefen Hinabreichen des Heberarmes n die kältere Atmosphäre früher entfernen. Damit man aber sicher sei, reine Exspirationsluft zu erhalten, wurde eben $\frac{1}{4}$ Stunde lang ununterbrochen durchgeathmet. Wie wir z. B. früher gesehen, athmete ich im Durchschnitt in jeder Minute 6623 Cub. Cent. Luft aus. Nach den Pneumatometerwerthen läßt sich entnehmen, daß, wenn man durch Mund und Nase zugleich exspirirt, ungefähr $\frac{2}{3}$ des Gases durch den ersteren hervortreten. Gesetzt, es ginge auch nur die Hälfte, was wohl seltener der Fall ist, hervor, so wurden in die Athmungsflasche in einer Minute 3312 Cub. Cent. und in einer Viertelstunde 49680 Cub. Cent. Gas eingetrieben. Da jene aber 1200 Cub. Cent. faßte, so wurde 41 bis 42 Mal so viel Luft als ihr räumlicher Inhalt betrug hindurch geleitet. Unterliegt es aber schon hiernach kaum einem Zweifel, daß so alle Atmosphäre aus der Flasche entfernt worden, so bestätigt sich dieses durch die Uebereinstimmung dieser Experimente mit den Resultaten der zweiten Versuchsreihe auf das Vollkommenste.

War das Durchathmen vollendet, so wurde die untere Mündung des Mundstückes e durch den erwähnten Bleizapfen und Kitt vollkommen hermetisch verschlossen. Um die Sperrung in dem Gefäße q vollständiger zu machen, wurde Quecksilber so weit nachgegossen, daß dessen Niveau etwas über die Mündung des Armes p reichte. In diesem stieg dann natürlich eine Strecke weit eine Wassersäule empor.

Da das Gas mit einer Temperatur von 37°,5 C. einströmt, so läßt man dasselbe zuerst abkühlen. Dadurch vermindert sich natürlich sein Volumen. Die Folge davon ist, daß etwas von dem in q enthaltenen Quecksilber in p emporsteigt. Man läßt nun, indem man den Hahn g etwas öffnet, durch den Trichter h so viel Quecksilber hinein, bis sich das Niveau ausgeglichen, und wiederholt dieses so lange, bis keine Veränderung desselben mehr Statt findet. Zuletzt führt man noch etwas Merkur ein, so daß das Quecksilber in p noch 1—2 Linien unter dem Niveau desselben in q steht. Es befindet sich dann das in der Flasche enthaltene Gas unter einem etwas größeren Drucke als unter dem der Atmosphäre, und man ist sicher, daß später, wenn man behufs der Eudiometeranalyse die Mündung l der Röhre k aufmacht, keine Atmosphäre in die Flasche a eingesogen wird, sondern daß eher etwas Ausathmungsgas herausstürzt und daß sich so der Druck von diesem mit dem der Atmosphäre ausgleicht.

Nun schreitet man zu der eudiometrischen Analyse der Ausathmungsluft. Zur Bestimmung des Sauerstoffes derselben dient das Brunner'sche Phosphoreudiometer. Dieses besteht aus einer in beistehender Figur gezeichneten, ungefähr 34Cent. langen Röhre, die vorn bei a eng ausläuft und die hier nöthige Gestalt hat, um in die Trocknungsröhre hineingepaßt zu werden. Dann folgt nach einer Verengerung eine geringe nicht ganz 1 Cent. im Durchmesser haltende Erweiterung b zur Aufnahme eines Stückchens Phosphor und hierauf nach einer abermaligen Verengerung eine größere Anschwellung c, welche 16 Cent. lang und 1 bis 2 Cent. dick ist und in die am besten Baumwolle oder wohl auch Flachs kommt. Zwischen beiden existirt noch eine Kugel d zur besseren Aufnahme der Verbrennungsprodukte. Dann

Fig. 20.



kommt ein verengter cylindrischer Ausgangstheil, welcher an einer Stelle e bauchig anschwillt. Diese Erweiterung enthält Asbest und Schwefelsäure. Ist nun der Phosphor geschmolzen und erwärmt, so verbrennt er auf Kosten des Sauerstoffes der durchstreichenden Luft. Die übergehenden Verbrennungsprodukte aber werden in der Form eines gelben bis röthlich gelben Rauches und Pulvers durch die Baumwolle, welche deshalb ziemlich dicht sein muß, jedoch nicht verstopfen darf, zurückgehalten. Der Trocknungsapparat in e ist nur der Sicherheit wegen vorhanden. Indem nämlich der warme Strom vollkommen wasserfreier Luft durch die Baumwolle streicht, könnte er dieser, die immer nur lufttrocken ist, Wasser entziehen. Damit dieses nun in dem Eudiometer bleibe, dient die Schwefelsäure. Zugleich vermag der Asbest Minima von Verbrennungsstoffen, welche etwa übergehen, zurückzuhalten. Jedoch lehrten uns auch vergleichende Beobachtungen, daß man selbst ohne diese Vorsichtsmaßregeln sehr genaue Sauerstoffwerthe zu finden vermag.

Zur Absorption der Kohlensäure dient eine zweite, 26 Cent. lange Röhre, welche in die hintere Oeffnung des Phosphor-Eudiometers eingefügt wird. Sie ist daher ebenfalls vorn bei a verengt und auf passende Weise gestaltet. Alsdann besitzt sie eine längere und größere Anschwellung b von 8 bis 9 Cent. Länge und 1 — $1\frac{1}{2}$ Cent. Durchmesser. Diese enthält frisch gelöschten Kalk, welcher mit einer concentrirten Auflösung von kaustischem Kali durchtränkt ist und vorn bei d und hinten bei e durch Baumwolle geschützt wird. Auf eine kurze Verengerung folgt dann eine zweite, ungefähr 14 Cent. lange, gleich starke Anschwellung f, welche Asbest oder Bimsstein mit Schwefelsäure führt. Die letzteren Substanzen werden vorn bei g und hinten bei h durch eingeführte Porcellanstückchen in ihrer Lage gesichert. Dieser Wasserabsorptionsapparat ist äußerst wesentlich. Von ihm hängt der ganze Versuch ab. Indem nämlich die warme und absolut trockene Luft durch den mit der Kalilösung durchtränkten Kalk streicht, entzieht sie diesem Wasser und muß dieses, wenn keine Beobachtungsfehler entstehen sollen, ganz und gar an den Trocknungsapparat abgeben. In der That haben wir uns auch im Anfange eine Reihe von Versuchen einzig und allein dadurch verdorben, daß die Wasserabsorptionsapparate zu schwach ausfielen. Um den Luftaustritt zu verzögern, kann man noch einen kleinen Korkpfropfen in die offene Mündung der Kalkröhre einbringen.

Fig. 21.



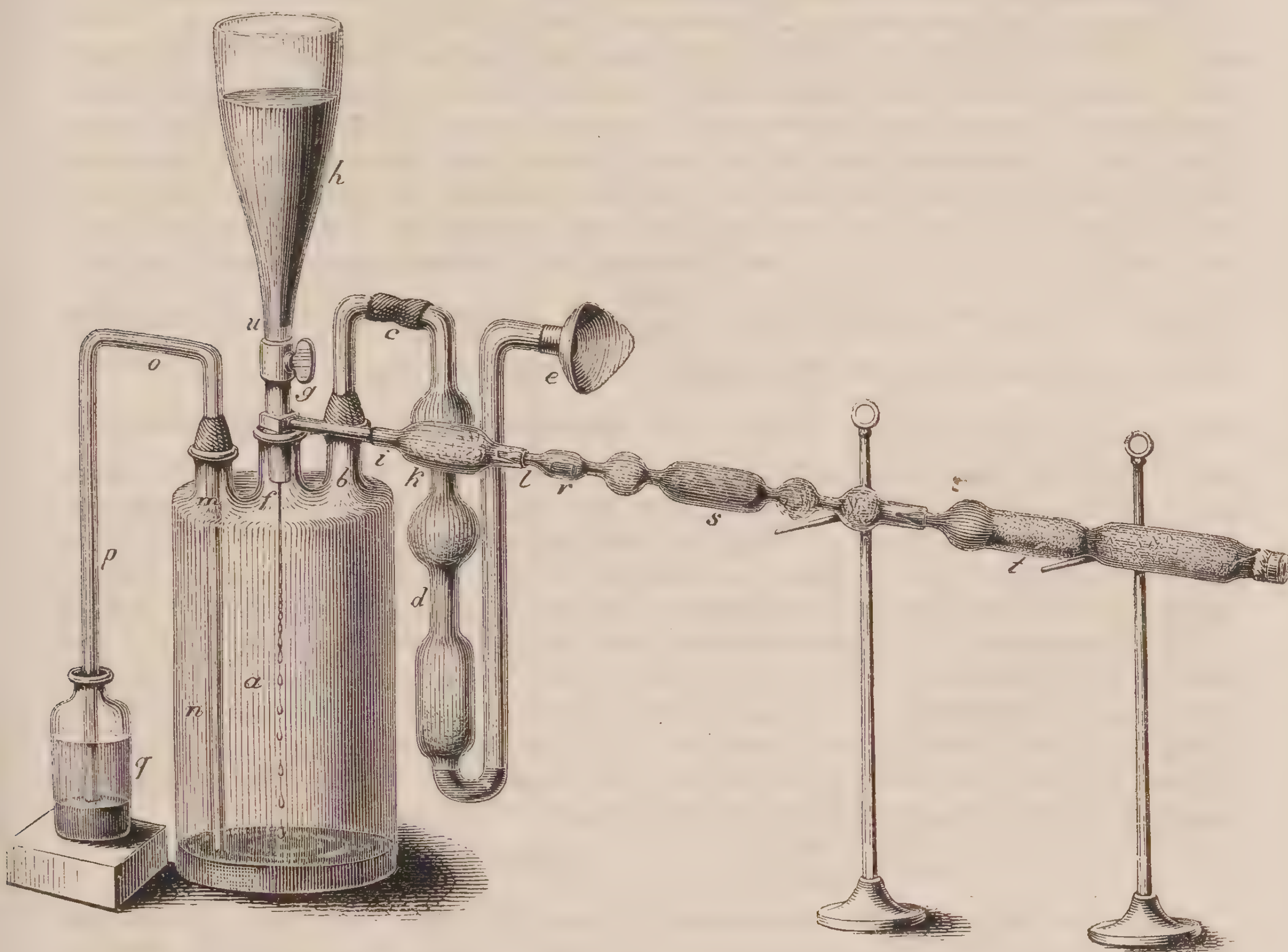
Sind nun die Phosphorröhre und die Kalkröhre an die Trocknungsröhre i bei l, Fig. 22, angefügt und durch Kitt luftdicht verschlossen, so öffnet man den Hahn g des Trichters h und läßt Quecksilber in einem feinen Strahle in die Flasche a langsam eintreten. Zu gleicher Zeit oder vorher erwärmt man den in r befindlichen Phosphor mittelst der Spirituslampe und bringt ihn zum Schmelzen. Es streicht dann ein Quantum Athmungsluft durch die Röhren i, s und t. Ihr Sauerstoff verbindet sich bei r mit dem Phosphor, und es setzen sich die Produkte dieses Processes an der Baumwolle ab. Diese vorangehende Operation hat einen doppelten Zweck. 1) Sollen sich die Röhren s und t mit Ausathmungsluft füllen und die in ihnen enthaltene Atmosphäre verlieren, und 2) erzeugt sich durch die Verbrennung des Phosphors eine Reihe von Produkten, welche später als pyrophorische Substanzen allen Sauerstoff nur um so sicherer aufnehmen.

Ist nun eine hinreichende Menge von Ausathmungsluft hindurchgezogen, so läßt man nur noch so viel Quecksilber in die Flasche a hineinfließen, daß es im Trichter h bis zu einem bestimmten Merkzeichen u am Halse desselben sinkt. Dann nimmt man die Phosphorröhre s und die Kalkröhre t wiederum ab, verschließt ihre vorderen engeren Mündungen mit Wachskügelchen und ihre hinteren weiteren mit Korken und tarirt sie alsdann. Zur besseren Einführung der letzteren sind die Röhren hier mit kleinen luftdicht angefügten Messinganſätzen versehen.

Nachdem dieses geschehen, stellt man den Apparat von neuem vollständig zusammen, verschließt alles auf das Sorgfältigste hermetisch und läßt nun von dem Trichter h aus durch Regulation des Hahnes g in einem feinen Strahle und sehr langsam, damit aller Sauerstoff verbrenne und alle Kohlensäure absorbirt werde, ein bestimmtes Volumen

Quecksilber ein. Dieses muß dann nach dem Versuche von neuem bei u stehen. Während desselben wird die Verbrennungsstelle der Phosphorsubstanzen sehr warm. Die Kalkröhre erhält auch bisweilen eine dem Gefühle schon auffallende höhere Temperatur. Man

Fig. 22.



läßt nun beide Röhren abkühlen, verschließt jede derselben mit dem früheren Wachskügelchen und dem früheren Korke und sieht, wie viel jede an Gewicht zugenommen. Man hat so die Gewichtsmenge des Sauerstoffes und der Kohlensäure. Das Volumen der analysirten Luft aber gleicht dem Volumen des in die Flasche eingetretenen Quecksilbers.

Man ist alsdann im Stande, die Procentwerthe entweder dem Volumen oder dem Gewichte nach zu bestimmen. Hierbei kann man sich entweder an die älteren Grundzahlen von Berzelius und Dulong oder an die neueren von Dumas und Boussingault halten. Nach den ersteren Forschern wiegt 1 Litre Kohlensäure bei 0° C. und 760 Mm. Barometerstand 1,9805 Grm. und 1 Litre Sauerstoff unter denselben Verhältnissen 1,4323 Grm. Der Ausdehnungscoefficient der Kohlensäure ist nach Magnus = 0,369087, der des Sauerstoffes = 0,3665. War nun der Barometerstand zur Zeit des Versuches in Quecksilbermillimetern = b, die der Temperatur in Celsius'schen Graden ausgedrückt = t und die dem Gewichte nach gefundene Menge der Kohlensäure = g, so erhalten wir für das Volumen derselben = k, wenn wir die einzelnen Proportionalberechnungen in eine Gleichung zusammenziehen:

$$K = \frac{760000\,g}{1{,}9805\,b}\,(1 + 0{,}00369087\,t).$$

Es ergiebt sich, wenn h das gefundene Gewicht des Sauerstoffes und S dessen gesuchtes Volumen bezeichnet:

$$S = \frac{760000\,h}{1{,}4323\,b}\,(1 + 0{,}003665\,t).$$

Ist nun das Volumen des abgeflossenen Quecksilbers = V, so haben wir für das des Stickstoffes = N.

$$N = V - (K + S).$$

Die procentige Menge der Kohlensäure gleicht daher dann $\frac{100\ K}{V}$, die des Sauerstoffes $\frac{100\ S}{V}$ und die des Stickstoffes $= 100 - \frac{100\,(K+S)}{V}$.

Hält man sich an die Werthe von Dumas und Boussingault, so gestaltet sich die Rechnung folgendermaßen. Setzt man die Dichtigkeit der Atmosphäre = 1, so beträgt die des Sauerstoffes bei gleicher Temperatur und gleichem Drucke nach Berzelius und Dulong 1,1026, nach Dumas und Boussingault dagegen 1,1057. Der letztere Werth stimmt auch mit der Angabe von Saussure, welche 1,1056 liefert. Nun wiegt 1 Cub. Cent. Atmosphäre nach Biot und Arago 0,001299075 Grm. Nach dem Werthe von Berzelius und Dulong erhalten wir dann der Berechnung nach für 1 Litre Sauerstoff 1,432360095 Grm., nach dem von Dumas und Boussingault dagegen 1,4363872275. Der in der obigen Gleichung für S vorkommende constante Coefficient $\frac{760000}{1{,}4323} = 530615$ würde dadurch in $\frac{760000}{1{,}4363} = 529105$ umgeändert, d. h. er verlöre alsdann, wenn man sich an den ursprünglichen Logarithmus der Zahl 530615 (= 5,7247796) hält, $\frac{1}{351{,}400}$ seiner Größe. Giebt 1 Vol. Sauerstoff genau 1 Vol. Kohlensäure, so wird 1 Litre von dieser 1,1436387 $\times$ 1,375 = 1,975032 Grm. wiegen. Da diese Unterschiede scheinbar unbedeutender sind, da aber das Hauptziel dieser Untersuchungen nur eine allgemeine Vergleichung der Menge der ausgeschiedenen Kohlensäure mit der Quantität des Sauerstoffes bildet, so haben wir noch bei den erwähnten 34 Analysen die Werthe von Berzelius und Dulong den folgenden Volumsberechnungen zum Grunde gelegt.

Die Bestimmung der Gewichtsprocente wird folgendermaßen veranstaltet. Da das Gewicht des Sauerstoffes und der Kohlensäure durch den Versuch bekannt sind, so verfährt man am Einfachsten, wenn man aus dem ebenfalls gegebenen Volumen des Stickstoffes = N dessen Gewicht = b berechnet. Da nun nach Berzelius und Dulong 1 Litre Stickstoff bei 0° C. und 760 Mm. Barometerstand 1,2675 Grm. wiegt, so haben wir für das Gewicht des Stickstoffes = m die Gleichung:

$$m = \frac{1{,}2675\ N\ b}{760000}\ (1 - 0{,}003665\ t).$$

Auch hier ändert sich die Berechnung in geringem Grade, wenn man die Werthe von Dumas und Boussingault zum Grunde legt. Nach ihnen beträgt die Dichtigkeit des Stickstoffs 0,972. Folglich wiegt dann 1 Litre Stickstoff bei 0° C. und 760 Mm. Barometer 1,299075 $\times$ 0,972 = 1,26270090 Grm. Statt des Coefficienten $\frac{1{,}2675}{760000} =$ 0,0000016678 erhalten wir dann $\frac{1{,}2627}{760000} = 0{,}0000016614$.

Ist nun das Gewicht der Kohlensäure = g, das des Sauerstoffes = h und das des Stickstoffes = m, so gleichen die Gewichtsprocente des Ersteren $\frac{100\ g}{g + h + m}$, die des zweiten $\frac{100\ h}{g + h + m}$ und die des dritten $\frac{100\ m}{g + h + m}$.

In der folgenden Tabelle sind die Endwerthe einer Reihe von Analysen der trockenen Ausathmungsluft den procentigen Zahlen nach verzeichnet. Alle Beobachtungen wurden im April und Mai 1843 angestellt. Die Tagesdaten finden sich in der oben erwähnten Abhandlung der medicinischen Vierteljahresschrift angegeben.

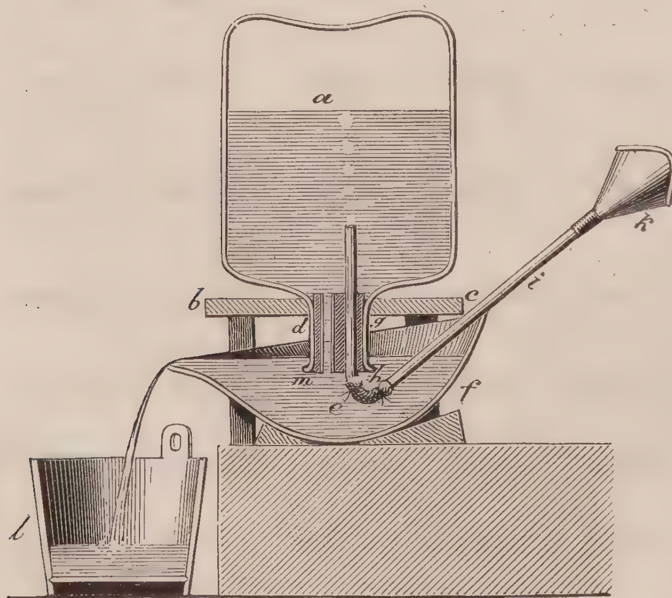
Nummer.	Individuum, Zeit und Umstände.	Trockne Ausathmungsluft.					
		Volumenprocente.			Gewichtsprocente.		
		Kohlensäure	Sauerstoff.	Stickstoff.	Kohlensäure.	Sauerstoff.	Stickstoff.
1	Brunner, 47 Jahr alt, Morgens um 7 Uhr vor dem Frühstück.	4,364	16,211	79,425	6,533	17,557	75,910
2	Derselbe Vormittags 11½ Uhr.	4,066	16,234	79,700	6,093	17,601	76,306
3	Derselbe Nachmittags 1¾ Uhr, unmittelbar nach dem Mittagsessen.	4,438	15,899	79,663	6,641	17,212	76,147
4	Derselbe Morgens 7½ Uhr, vor dem Frühstück.	4,172	15,795	80,033	6,253	17,127	76,620
5	Derselbe Nachmittags um 4 Uhr.	4,739	15,863	79,398	7,082	17,160	75,758
6	Derselbe Morgens um 7 Uhr.	4,642	15,976	79,382	6,939	17,280	75,781
7	Derselbe Morgens um 7¼ Uhr.	4,176	16,440	79,384	6,246	17,787	75,967
8	Derselbe Morgens um 10¼ Uhr.	4,548	16,468	79,984	6,800	17,815	75,385
9	Derselbe Nachmittags um 4 Uhr.	3,742	16,147	80,111	5,620	17,547	76,833
10	Derselbe Morgens um 6 Uhr.	4,525	15,762	79,713	6,768	17,055	76,133
11	Derselbe Nachmittags um 3½ Uhr.	4,525	16,012	79,463	6,766	17,320	75,914
12	Derselbe Morgens um 7 Uhr, vor dem Frühstücke.	4,362	16,331	79,307	6,527	17,678	75,795
	Mittel aus allen an Brunner angestellten Beobachtungen.	4,356	16,097	79,547	6,522	17,428	76,050
13	Th., Mann von 53 Jahren, Vormittags 11 Uhr.	4,613	16,197	79,190	6,896	17,514	75,590
14	Derselbe Nachmittags um 4 Uhr.	4,295	15,539	80,166	6,405	16,761	76,834
15	Derselbe Vormittags um 11¼ Uhr.	5,495	15,066	79,439	8,185	16,234	75,581
16	Derselbe Abends um 4¾ Uhr.	4,289	16,778	78,933	6,415	18,152	75,433
	Mittel aus den an Th. gemachten Beobachtungen.	4,673	15,895	79,432	6,975	17,165	75,860
17	Ich, 33 Jahr alt, Morgens um 10½ Uhr, 1 Stunde nach						

Nummer.	Individuum, Zeit und Umstände.	Trockne Ausathmungsluft. Volumenprocente Kohlensäure.	Sauerstoff.	Stickstoff.	Gewichtsprocente. Kohlensäure.	Sauerstoff.	Stickstoff.
	dem Genusse von Butterbrot.	3,299	17,246	79,455	4,968	18,767	76,265
18	Derselbe, 2 Stunden nach dem Genusse von Butterbrot.	3,396	16,618	79,986	5,110	18,093	76,797
	Mittel der an mir gemachten Beobachtungen.	3,347	16,932	79,721	5,039	18,430	76,531
	Mittel aller Untersuchungen.	4,316	16,143	79,541	6,458	17,481	76,061

Zweite Versuchsreihe. Hierzu diente ein Apparat, welcher nach dem Principe der pneumatischen Wanne gebaut war. Eine Flasche, die bis zu dem verschließenden, luftdicht eingefügten Bleizapfen einen räumlichen Inhalt von 14855,336 Cub. Cent. hatte, diente als Recipient des Ausathmungsgases. Der Bleizapfen hatte zwei Löcher, welche beide durch entsprechende Korke geschlossen werden konnten. Nun ward die Flasche mit einer concentrirten Auflösung von Kochsalz vollständig gefüllt. Diese Lösung wurde gewählt, um wegen der Sauerstoffabsorption der sperrenden Flüssigkeit möglichst gesichert zu sein. Nach den Beobachtungen von Saussure nämlich absorbirt 1 Vol. luftleeren Wassers bei 18° C. 1,06 Vol. Kohlensäure, während 1 Vol. Kochsalzlösung von 1,212 spec. Gew. unter denselben Verhältnissen nur 0,329 Vol. des gleichen Gases verschluckt.

Enthielt nun die Flasche a Nichts als Kochsalzlösung, so wurden die beiden Oeffnungen des Bleizapfens durch Korke fest verstopft und über einem mit einer runden passenden Oeffnung versehenen Brett bc so umgestürzt, daß ein großer Theil des Halses d der Flasche unter ebenfalls concentrirte Salzlösung e tauchte, welche in einem untergesetzten, mit einem Schnabel versehenen Gefäße f, das etwas geneigt stand, befindlich war. Nun wurden unter Wasser die beiden verstopfenden Korke herausgenommen. Wegen des äußeren Luftdruckes hielt sich natürlich das Wasser in der Flasche a gleich dem Quecksilber im Barometer. Hierauf wurde durch die eine Oeffnung des Zinnzapfens eine Blechröhre g in die Flasche a eingeführt. Jene stand durch eine Kautschuckröhre h mit einer zweiten Blechröhre i, welche mit einem Athmungsmundstück k versehen war und lang hervorragte, in fester Verbindung. Hinter dem Gefäße e befand sich eine Wanne l in passender Stellung, um das abfließende Wasser aufzufangen.

Fig. 23.



Nun athmete der Mensch durch das Mundstück k so ein, daß er die Inspirationen durch die Nasenlöcher vollführte, sich diese aber während des Ausathmens fest zuhielt, die Umgebungen der Lippen dagegen an das Athmungsmundstück dicht andrückte. Das exspirirte Gas stieg daher, wie es Fig. 23 andeutet, gänzlich in die Ausathmungsflasche a und verdrängte das in ihr befindliche Salzwasser. Dieses floß durch die zweite Oeff-

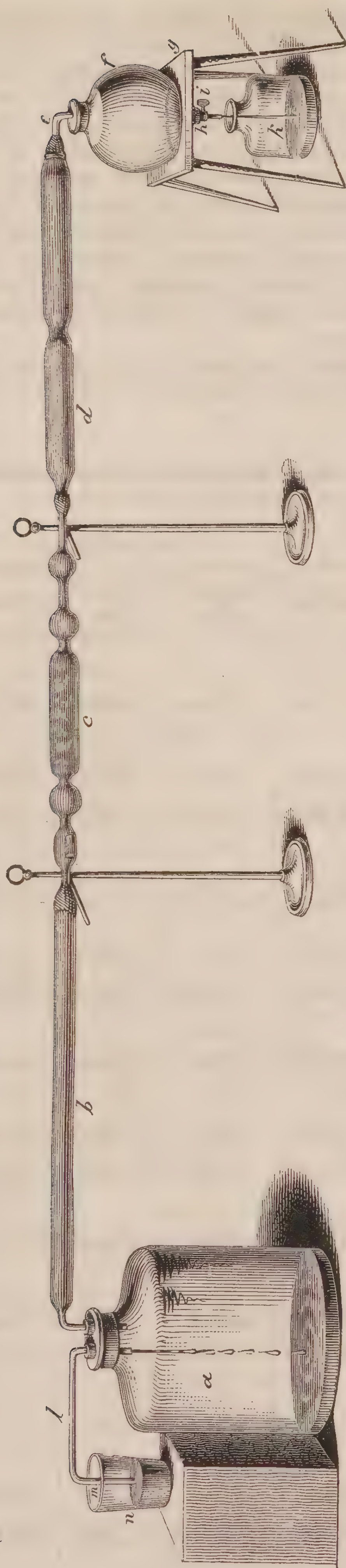


Fig. 24.

nung m des Zinnzapfens in das Gefäß f. War dieses voll, so ging der Ueberschuß in die untergestellte Wanne l. Auf diese Weise wurde mit dem Athmen so lange fortgefahren, bis die Flasche mit Gas gefüllt worden. Es versteht sich von selbst, daß dieses mit Wasserdämpfen vollständig gesättigt war. Uebrigens erschien das Einathmen in die Flasche mit fast gar keinen Beschwerden verbunden, wenn der Arm i recht lang war und beinahe senkrecht stand und wenn die Röhre g recht hoch in die Flasche hinausging. Hat man nun die ausgeathmete Luft in die Flasche eingetrieben und unten durch das Salzwasser abgesperrt, so läßt man das Gas abkühlen, verschließt dann wieder die Oeffnungen des Bleizapfens durch die Korke und schreitet zur eudiometrischen Analyse.

Zu diesem Zwecke stellt man die Flasche a aufrecht, bringt in die eine Mündung des Bleizapfens die Trocknungsröhre b Fig. 24. Diese enthält an ihrer Umbiegung etwas Asbest, sonst dagegen Bimstein mit Schwefelsäure. An diese kommt das Phosphor-Eudiometer c und an dieses die Kalkröhre d, ganz wie in dem vorigen Versuche. An die letztere wird dann eine gebogene Röhre e angefügt. Diese steht mit einem mit Oel gefüllten Aspirator f in luftdichter Verbindung. Er ruht auf einem kleinen ausgeschnittenen Schemmel g und hat unter der Röhre h, welche einen Hahn i enthält, eine Auffaugungsflasche k. In die zweite Oeffnung des Bleizapfens kommt ein Glasheber l, dessen kürzerer Arm in die Flasche a etwas hineinreicht, dessen längerer m dagegen in ein mit Salzwasser gefülltes Gefäß n so taucht, daß sich seine freie Mündung einige Linien unter dem Niveau der Flüssigkeit befindet.

Sind nun alle Fugen luftdicht verschlossen, so öffnet man den Hahn i des Aspirators f und läßt, wie es Fig. 24 andeutet, eine Quantität Oel in einem feinen Strahle in die Flasche k ablaufen. Es wird nun eine der abfließenden Oelmenge proportionale Quantität von Luft oder vielmehr von Stickstoff aus der Flasche a nachgesogen werden. Denn ist der Phosphor in der Eudiometerröhre c erwärmt, so bleibt hier der Sauerstoff. b behält das Wasser und d die Kohlensäure zurück. Nur der Sauerstoff der Atmosphäre, welche in d und e enthalten sind, wird noch in den Aspirator f übergehen. Aus dem Gefäße n wird Wasser nachgesogen werden und zwar im Anfange wegen der entstehenden Luftverdünnung langsamer, später schneller. Um keine Atmosphäre eindringen zu lassen, muß man immer in n Salzwasser nachfüllen.

Enthalten nun wiederum c und d ausgeathmete Luft und hat man sich in c pyrophorische Substanzen bereitet, so werden c und d abgenommen und auf dieselbe Weise wie in der ersten Versuchsreihe tarirt, während man das freie Ende

von b durch Kitt verschlossen hält. Man stellt alsdann den Apparat von Neuem zusammen, verbindet Alles luftdicht und läßt nun sehr langsam aus dem Aspirator f ein bestimmtes Volumen Oel in eine untergesetzte Flasche von bekanntem Rauminhalte ab. Es wird dann eine gleiche Menge von Stickstoff (ohne andere zu berücksichtigende Minima von Gasarten) in den Aspirator f übertreten. Das Wasser bleibt in b, der Sauerstoff in c und die Kohlensäure in d. Man erhält so den Stickstoff dem Volumen, das Oxygen und die Kohlensäure dem Gewichte nach und kann daher, wenn man den Barometerstand und die Temperatur kennt, dir procentige Zusammensetzung der ausgeathmeten Luft sowohl dem Volumen als dem Gewichte nach mittelst der bei der ersten Versuchsreihe angegebenen Formeln berechnen. Damit aber keine Differenz des Druckes entstehe, muß man noch die Vorsicht gebrauchen, daß der Heberarm m nicht zu tief in das Salzwasser des Gefäßes n tauche und daß die Flüssigkeit zu Ende des Versuches eben so hoch stehe als am Anfange.

Mit diesem Apparate im Junius 1843 angestellte Versuche, bei welchen die abgezapfte Stickstoffmenge immer 529,420 Cub. Cent. betrug, führten zu folgenden Endwerthen.

Nummer.	Individuum, Zeit und Umstände.	Trockne ausgeathmete Luft.					
		Volumenprocente.			Gewichtsprocente.		
		Kohlensäure.	Sauerstoff.	Stickstoff	Kohlensäure.	Sauerstoff.	Stickstoff.
19	Ich Morgens 10¾ Uhr, 1 Stunde nach dem Genusse von Butterbrot.	4,940	15,776	79,284	7,383	17,056	75,561
20	Dieselbe Luft.	4,946	15,676	79,378	7,392	16,951	75,657
	Mittel.	4,943	15,726	79,331	7,3875	17,0035	75,609
21	Derselbe, Morgens 9¾ Uhr, ¾ Stunden nach dem Genusse von Butterbrot.	4,899	15,994	79,107	7,313	17,275	75,412
22	Dieselbe Luft.	4,721	16,314	78,965	7,052	17,630	75,318
	Mittel.	4,810	16,154	79,036	7,1825	17,4525	75,365
23	Derselbe, Morgens 9¾ Uhr, 1 Stunde nach dem Genusse von Butterbrot.	4,813	14,968	80,219	7,200	16,200	76,600
24	Dieselbe Luft.	4,987	16,123	78,890	7,442	17,407	75,151
	Mittel.	4,900	15,5455	79,5545	7,321	16,8035	75,8755
25	Derselbe, Morgens 9¾ Uhr, ¾ Stunden nach dem Genusse von Butterbrot.	4,670	15,415	79,915	6,990	16,699	76,311
26	Dieselbe Luft.	5,149	15,537	79,314	7,688	16,785	75,527
	Mittel.	4,9095	15,4760	79,6145	7,339	16,742	75,919
27	Derselbe, Morgens 9½ Uhr, ½ Stunde nach dem Genusse von Butterbrot.	4,077	15,968	79,955	6,130	17,345	76,525
28	Dieselbe Luft.	3,659	16,037	80,304	5,513	17,460	77,027
	Mittel.	3,868	16,0025	80,1295	5,8215	17,4025	76,776

Nummer.	Individuum, Zeit und Umstände.	Trockne ausgeathmete Luft. Volumenprocente. Kohlensäure.	Sauerstoff.	Stickstoff.	Gewichtsprocente. Kohlensäure.	Sauerstoff.	Stickstoff.
29	Derselbe, nach 16stündigem Hungern.	4,322	16,007	79,671	6,482	17,372	76,146
30	Die gleiche Luft.	4,508	15,577	79,915	6,759	16,897	76,344
	Mittel.	4,415	15,792	79,793	6,6205	17,1345	76,245
	Mittel aus diesen an mir angestellten Versuchen.	4,6409	15,7827	79,5764	6,9454	17,0897	75,9645
31	Brunner Morgens 10 Uhr.	3,875	16,423	79,702	5,821	17,851	76,328
32	Dieselbe Luft.	3,635	16,266	80,099	5,468	17,706	75,826
	Mittel.	3,755	16,3445	79,9005	5,6445	17,7785	76,577
33	Derselbe, Morgens um 11 Uhr.	3,978	16,254	79,768	5,976	17,668	76,356
34	Dieselbe Luft.	3,812	16,283	79,905	5,731	17,714	76,555
	Mittel.	3,895	16,2685	79,8365	5,8535	17,691	76,4555
	Mittel aus allen an Brunner angestellten Beobachtungen.	3,825	16,3065	79,8685	5,749	17,7347	76,5163

Tragen wir endlich die Mittel für die sämmtlichen Beobachtungen, welche sich aus beiden Versuchsreihen zugleich ergeben, zusammen, so haben wir:

Individuum.	Zahl der Versuche.	Volumenprocente. Kohlensäure.	Sauerstoff.	Stickstoff.	Gewichtsprocente. Kohlensäure.	Sauerstoff.	Stickstoff.
Brunner .	16	4,241	16,142	79,617	6,329	17,504	76,167
Ich	14	4,456	15,947	79,597	6,673	17,281	76,046
Th.	4	4,673	15,895	79,432	6,975	17,165	75,860
Mittel aus allen Versuchen	34	4,380	16,033	79,587	6,546	17,373	76,081

Berechnet man hieraus den im Verhältniß zur wasserfreien Atmosphäre fehlenden, mithin absorbirten Sauerstoff, indem man für die Einathmungsluft 20,815 Volumenprocente Sauerstoff und 79,185 % Stickstoff, oder 23,01 Gewichtsprocente Sauerstoff und 76,99 % Stickstoff annimmt, so erhält man:

Individuum.	Ausgeschiedene Kohlensäure.		Absorbirter Sauerstoff.		Relativer Ueberschuß des Stickstoffes.	
	dem Volumen nach	dem Gewichte nach	dem Volumen nach	dem Gewichte nach	dem Volumen nach	dem Gewichte nach
Brunner	4,241	6,329	4,673	5,506	+ 0,432	— 0,823
Ich	4,456	6,673	4,863	5,729	+ 0,412	— 0,944
Th.	4,673	6,975	4,920	5,845	+ 0,329	— 1,130
Mittel aus allen 34 Versuchen .	4,380	6,546	4,783	5,637	+ 0,402	— 0,909

Wir sehen alsdann, daß die mittlere Kohlensäuremenge, welche bei erwachsenen Männern ausgehaucht wird, dem Volumen nach mehr als 4 % und weniger als 4½ % beträgt, daß sie aber einerseits bis auf 3,3 % sinken und bis zu 5,5 % steigen kann. Die durchschnittlich absorbirte Sauerstoffquantität hält sich zwischen 4,67 und 4,78 %. Diese Resultate stimmen auch mit den Beobachtungen der bewährtesten älteren und vorzüglich mit denen der neueren Chemiker. Denn Davy kam in Betreff der Kohlensäure auf 3,95 bis 4,5 %. Nach Prout beträgt sie 3,3 bis 4,6 %, nach Thomson 3,72, nach Apjohn 3,6 und nach Mac Gregor 3,5 %. Wenn ältere Forscher im gesunden Zustande bedeutendere Mengen von Kohlensäure gefunden haben, wenn z. B. Davy selbst in einem Specialversuche auf 10,5 %, Menzies auf 5 %, Berthollet auf 5,53 bis 13 %, Murray auf 6,2 bis 6,5 %, Allen und Pepys auf 8 bis 8,5 %, Fyfe auf 8,5 %, Jurine auf 10 % kommen, so dürfen wir nicht vergessen, daß allen diesen Angaben die unzuverlässigen Messungsbestimmungen zum Grunde liegen und daß ihre Exactheit daher einem gerechten Zweifel unterworfen werden kann. In noch höherem Grade gilt dieses von den procentigen Werthen des Sauerstoffes, weil zur Bestimmung dieses Körpers das gegenwärtig mit Recht verlassene Salpetergaseudiometer angewandt worden. Gerade ein Beispiel, welches von dem ausgezeichnetsten Chemiker, der sich in früherer Zeit mit Athmungsuntersuchungen speciell beschäftigte, herrührt, kann dieses am besten erhärten. Davy [1]) fand, daß im Durchschnitt 13 Cub. Zoll reiner eingeathmeter Atmosphäre angeblich 9,5 Cub. Zoll Stickgas, 3,4 Cub. Zoll Sauerstoff und 0,1 Cub. Zoll Kohlensäure enthielten. Berechnen wir aber dieses den Volumenprocenten nach, so erhalten wir 73,077 % Stickstoff, 26,154 % Sauerstoff und 0,769 % Kohlensäure. Einen solchen Oxygengehalt bietet aber die Luft, wie wir gesehen haben, nie dar. Wir sind daher genöthigt, von allen älteren Sauerstoffangaben völlig zu abstrahiren, weil die für sie angewandten Methoden die bedeutendsten Fehler bedingen können.

430 Wie man aus dem Obigen leicht ersieht, sind die Veränderungen der procentigen Werthe der Kohlensäure bei den verschiedenen Körperzuständen nur verhältnißmäßig geringeren Schwankungen unterworfen. Die Lungen arbeiten ungefähr wie ein Uhrwerk, welches von der Witterung und anderen äußeren Einflüssen afficirt wird. Mein Athem z. B. ergab während der Digestionszeit von Butterbrot, wenn wir uns an die Mittel der Doppelanalysen der zweiten Versuchsreihe halten, 4,9 bis 3,868 Volumenprocente Kohlensäure, nach 16stündigem Hungern dagegen 4,4%. In anderen unserer Versuche, die nicht hierher gehören, zeigte sich nach anhaltendem Fasten eine geringe Erniedrigung, nach heftigem

[1]) H. Davy physiologisch chemische Untersuchungen über das Athmen, besonders über das Athmen von oxydirtem Stickgas. Aus dem Englischen. Lemgo. 1814. 8. S. 102.

Laufen eine geringe Erhöhung derselben. Der Grund dieser Erscheinung liegt darin, daß sich zwar während der Verdauungszeit die absolute Kohlensäuremenge vergrößert, daß diese Vermehrung derselben aber so gering ist, daß sich hierdurch die procentigen Größen häufig um weniger, als die Fehlerwerthe der Analyse betragen, verändert.

In einzelnen Krankheitsfällen dagegen steigen die Volumenprocente dergestalt, daß die Unterschiede von dem gesunden Zustande sensibler werden; in anderen dagegen bleiben sie unverändert. So z. B. betrug nach M'Gregor die Menge der Kohlensäure bei dem Ausbruche von Masern und Scharlach 4 bis 5%, bei dem von Blattern 6 bis 8% und bei Ichthyosis 7,2%, während sie sich bei der zuckerigen Harnruhr auf dem Normalwerthe von 3,5% erhielt.

Schon die oben verzeichneten Versuche lehren deutlich, daß durch das 431
Athmen in der Regel etwas mehr Sauerstoff absorbirt als Kohlensäure ausgeschieden wird. Allein möglichst genau angestellte Analysen beweisen, daß der beide Körper bestimmende Coefficient für den Menschen und wahrscheinlich für alle luftathmenden Thiere derselbe ist, und daß sich bei der Respiration Kohlensäure und Sauerstoff genau nach dem Diffusionsgesetze (§. 59.), d. h. in umgekehrtem Verhältnisse der Quadratwurzeln ihrer Dichtigkeiten austauschen. Hierbei ist, wie die Berechnungen lehren, der absorbirte Sauerstoff das Bestimmende und die Kohlensäure das passiv Austretende. Halten wir uns an die älteren Werthe von Berzelius und Dulong, so haben wir in dieser Hinsicht, da die Dichtigkeit des Oxygens = 1,1026, die der Kohlensäure = 1,5245, ist $\frac{\sqrt{1,5245}}{\sqrt{1,1026}} = 1,17585$, d. h. auf 1 Vol. Kohlensäure, welches ausgeschieden wird, werden 1,17585 Vol. Sauerstoff absorbirt. Legen wir dagegen den Dichtigkeitswerth von Dumas und Boussingault zum Grunde, so beträgt der des Oxygen 1,1057; folglich haben wir $\frac{\sqrt{1,1057}}{\sqrt{1,5245}} = 1,17421$ [1]). Es werden mithin dann für 1 Vol. abgeschiedener Kohlensäure nur 1,17421 Vol. oder 0,00164 Vol. Sauerstoff weniger verschluckt werden. Stellt man die Berechnungen nach Berzelius und Dulong an, so muß man für ein Litre Sauerstoff bei 0° C. und 760 Millimeter Barometer 1,4323 Grm., nach Dumas und Boussingault dagegen 1,4363872 Grm. zum Grunde legen. Da der Ausdehnungscoefficient der Kohlensäure = 0,00369087 ist, der des Sauerstoffes dagegen 0,003665 beträgt, so haben wir, wenn wir die Volumina bei einer in t Celsius'schen Graden ausgedrückten Temperatur auf 0° C. reduciren, für die Kohlensäure 1 — 0,0036908 t und für den Sauerstoff 1 — 0,3665 t. Es wird alsdann für 1 — 0,00369087 t Kohlensäure 1,17421 (1 — 0,3665 t) Sauerstoff absorbirt werden. Nun betragen

[1]) Der genauere Logarithmus des ersteren Werthes ist = 0,0703547, der des letzteren = 0,0697451.

1 — 0,003687 t Kohlensäure dem Gewichte nach $\frac{1,9805\ (1 — 00369087\ t)}{1000}$ und 1,17421 (1 — 0,3665 t) Sauerstoff ebenfalls dem Gewichte nach $\frac{1,4363872 \times 1,17421\ (1 — 0,3665\ t)}{1000} = \frac{1,68662 \times (1 — 0,3665)\ t}{1000}$. Es werden daher auf 1,9805 (1 — 0,00369087 t) Gewichtstheile Kohlensäure, welche hervortreten, 1,68662 (1 — 0,03665 t) Gewichtstheile Sauerstoff absorbirt werden. Lassen wir die Verschiedenheit der beiden Ausdehnungscoefficienten außer Acht, so werden für 1 Gewichtstheil Kohlensäure $\frac{1,68662}{1,98050} = 0,8516$ Sauerstoff eingesogen worden. Nun enthält 1 Theil Kohlensäure dem Gewichte nach 0,7273 Sauerstoff. Es werden mithin dann 0,1243 Gewichtstheile Sauerstoff mehr verschluckt.

Schon Graham [1]) stellte im Jahre 1832 die Vermuthung auf, daß der Austausch der Gasarten bei der Athmung nach dem von ihm entdeckten Diffusionsgesetze erfolge. Die obigen Analysen bestätigten dieses im Allgemeinen. Die Abweichungen waren bei vielen unmittelbar erhaltenen Resultaten und vorzüglich bei den Mittelwerthen so klein, daß sie noch innerhalb der Größen der möglichen Analysenfehler fielen. Um aber den Beweis so scharf als möglich zu führen, unternahmen Brunner und ich eine neue Untersuchungsreihe, bei welcher die Methode der zweiten Versuchsweise ebenfalls, jedoch mit der Modification gebraucht wurde, daß man für die Kohlensäurebestimmung eine kleinere Kalkröhre wählte, um sie mit vollkommenster Sicherheit bis auf 1 Milligramm auswägen zu können. Zugleich wurden die Kohlensäure und der Sauerstoff zwei Mal isolirt bestimmt, so daß also jede Luft zu 4 Analysen diente. Für die Kohlensäure wurden größere Volumina, nämlich 1731,687 Cub. Cent. Oel aus dem Aspirator abgezapft. Bei Nr. 31 bis 34 der zweiten Versuchsreihe, welche schon hierher gehören, wurden zuerst einmal die Kohlensäure, dann der Sauerstoff, dann wieder die Kohlensäure und dann von neuem das Oxygen bestimmt. Hier kann man sich daher, wie man will, an die Einzelwerthe oder an die Mittelzahlen halten. Bei den übrigen Analysen wurde die Kohlensäure allein unmittelbar nach dem Ausathmen gesucht. Dann folgten zwei Sauerstoffanalysen und zuletzt die Kohlensäurebestimmung, um zu zeigen, daß auch hierbei die Absorption des Salzwassers von Einfluß zu sein vermag. Bei diesen Analysen müssen wir daher die zuerst erhaltene Kohlensäure und das Mittel aus beiden Sauerstoffverbindungen als fixe Werthe betrachten. Die Art und Weise, wie die Berechnung hier erfolgte, werden wir bald kennen lernen.

Aus diesen Studien ergaben sich die nachfolgenden Resultate. Für ihre Feststellung sind die Sauerstoffzahlen von Dumas und Boussingault, nicht aber die von Berzelius und Dulong zum Grunde gelegt. Das constante Volumen des Stickstoffes betrug 529,420. Auf dieses sind auch die im Folgenden verzeichneten Kohlensäurewerthe reducirt.

---

[1]) Transactions of the Royal Society of Edinburgh. Vol. VII. Part. I. Edinburgh. 1832. 4. p. 255.

Nummer.	Individuum, Zeit und Umstände.	Barometer in Millimetern.	Thermometer in Celsius'schen Graden.	Gefundenes Gewicht in Grammen.		Berechnetes Volumen in Cubikcentimetern		
				Kohlensäure.	Sauerstoff.	Kohlensäure.	Sauerstoff.	der untersuchten trocknen Ausathmungsluft.
1	Brunner, d. 22. Junius Morgens um 10 Uhr.	715,5	18°	0,045	0,138	25,738	108,782	663,940
2	Dieselbe Luft.	715,5	18°	0,042	0,136	24,022	107,205	660,647
	Mittel.	715,5	18°	0,0435	0,137	24,880	107,9935	662,2935
3	Derselbe, den 23. Junius Morgens um 11 Uhr.	715,5	19°	0,046	0,136	26,401	107,574	663,395
4	Dieselbe Luft.	715,5	19°	0,044	0,136	25,253	107,574	662,247
	Mittel.	715,5	19°	0,045	0,136	25,827	107,574	662,821
5	Derselbe, den 7. Julius um 11 Uhr.	723	20°	0,04562[1]) und später bei 22° C. 0,0412	0,138 0,136	—	—	—
	Wahres Endmittel.	723	20°	0,0456	0,137	25,129	107,608	662,157
6	Ich, den 8. Julius um 10¾ Uhr, 1½ Stunde nach dem Genusse von Butterbrot.	720	21°	0,05218 und später 0,04817	0,128 0,131	—	—	—
	Wahres Endmittel.	720	21°	0,05218	0,1295	29,967	102,484	661,871
7	Ich, den 10. Julius um 9¾ Uhr.	710	18°	0,0551	0,124 0,124	31,768	98,504	659,692
8	Ich, den 11. Julius um 10½ Uhr.	716	18°	—	0,126 0,124	—	—	—
	Wahres Endmittel.	716	18°	0,053371	0,125	30,676	99,297	659,393

Bei den Analysen Nr. 1—4 werden aus den oben angeführten Ursachen die Werthe Nr. 1 und 3 die sichersten, die Mittel die minder sicheren und die Zahlen von Nr. 2 und 4 die unsichersten sein.

Die procentigen Berechnungen der vorhergehenden Tabelle aber können von zwei Gesichtspunkten aus angestellt werden. Alle von Brunner und mir erhaltenen Werthe zeigen schon unmittelbar, daß bei dem Athmen des Menschen unmöglicher Weise irgend erhebliche Stickstoffmengen absorbirt zu werden vermögen. Denn sonst müßten die Procente dieses Gases bedeutend herabgedrückt werden. Entweder bleibt daher hiernach das Nitrogen das gleiche oder es wird eine geringe Menge desselben abgeschieden. In dem ersteren Falle wird unter Voraussetzung des bald zu beweisenden Diffusionsgesetzes und abgesehen von den Differenzen der Temperatur und des Wasserdampfes das Volumen der

[1]) Es bedarf keiner Erwähnung, daß diese Kohlensäurewerthe erst aus dem wahren abgezapften Volumen von Sickstoff und Sauerstoff = 1731,687 Cub. Cent. berechnet wurden und daß sie deshalb weiter als 3 Decimalstellen gehen.

Luft bei dem Athmen um so viel abnehmen als mehr Sauerstoff absorbirt, denn Kohlensäure ausgeschieden wird. In diesem Falle muß natürlich das procentige Stickstoffvolumen in der ausgeathmeten Luft proportionell steigen. Wir brauchen dann nur die gefundenen Sauerstoffwerthe der Ausathmungsluft von dem Oxygengehalte der Atmosphäre (20,815 %) abzuziehen, um die Quantität des absorbirten Sauerstoffes zu erhalten. Ist diese 20,815 — m und die Menge der ausgeschiedenen Kohlensäure = k, so muß, wenn der Athmungsproceß nach dem Diffusionsgesetze erfolgt, der berechnete Kohlensäurewerth $\frac{20,815 - m}{1,17421} = k$ sein. Wenn dagegen das Volumen der Luft dasselbe bleibt und für den Ueberschuß des absorbirten Sauerstoffes Stickstoff ausgeschieden wird, so gestaltet sich die Rechnung complicirter. Wir können diese am füglichsten an der Analyse Nr. 1 erläutern. Wir haben hier dem Volumen nach 3,876 % Kohlensäure, 16,384 Sauerstoff und 79,740 Stickstoff. Zu 79,740 % Stickstoff gehören $\frac{79,740 \times 100}{79,185}$ = 100,695 Atmosphäre. Reducirt man den Werth der Kohlensäure und des Sauerstoffes auf dieses Volumen, so erhält man für den ersteren $\frac{3,876 \times 100}{100,695} = 3,850$ % und für den letzteren $\frac{16,384 \times 100}{100,695} = 16,270$ %. Folglich betrüge dann der absorbirte Sauerstoff $\frac{20,815 \times 100,695}{100} - 16,270 = 4,690$ %. Nach der früheren Berechnungsweise gliche er dagegen 20,815 — 16,384 = 4,431 %. Man sieht hieraus, daß unter Voraussetzung einer Verminderung des Luftvolumens und der Gleichheit des Stickstoffes die Kohlensäure etwas größer und der verschwundene Sauerstoff etwas kleiner erscheinen wird. Unter der Annahme, daß das Luftvolumen dasselbe bleibt und daß eine geringe proportionelle Menge von Stickstoff ausgeschieden wird, vermindert sich die Kohlensäure, während dagegen der absorbirte Sauerstoff etwas wächst.

Suchen wir der Bequemlichkeit der Bestimmung wegen allgemeinere Formeln für die zweite Methode, so ergeben sie sich auf folgende Weise. Gesetzt, die Menge des Stickstoffes sei = n, so wird das gesuchte Volumen der ausgeathmeten Luft = $v = \frac{100\,n}{79,185}$ = 1,2628 n sein. Der genauere Logarithmus dieses Coefficienten gleicht 0,1013571. Da nun aber 100 Theile Atmosphäre 20,815 % Sauerstoff enthalten, so haben wir, wenn s die gesuchte, in v enthaltene Sauerstoffmenge ist:

$$100 : 20,815 = \frac{100\,n}{79,185} : s$$

$$\text{und } s = \frac{20,815}{79,185}\,n = 0,26286\,n.$$

Der schärfere Logarithmus dieses letzteren Coefficienten ist 0,4197335 — 1. Gleicht nun die in der Ausathmungsluft enthaltene Sauerstoffmenge o, so haben wir für den reducirten Sauerstoff = o'

$$\frac{100\,n}{79,185} : 100 = o : o'$$

$$\text{und daher } o' = \frac{79,185 \times o}{n}$$

Eben so erhalten wir, wenn die ursprüngliche Kohlensäuremenge = k ist, für die reducirte = k'

$$k' = \frac{79,185\,k}{n}.$$

Der absorbirte Sauerstoff = a beträgt daher

$$a = 0,26286\,n - \frac{79,185 \times o}{n}$$

und es müßte

$$\frac{0,26286\,n^2 - 79,185 \times o}{1,17421} = 79,185\,k \text{ sein.}$$

In den folgenden beiden Tabellen sind nun die Werthe nach beiden Methoden be-

rechnet, um so nicht bloß über das Diffusionsgesetz, sondern auch über die Verhältnisse des Stickstoffes Aufschlüsse zu erhalten.

Erste Tabelle.

Berechnung nach der ersten Methode.

Nummer.	Trockene ausgeathmete Luft.			Absorbirter Sauerstoff.	Diffusionswerth der Kohlensäure.	Unterschied zwischen der berechneten u. der gefundenen Kohlensäure.
	Kohlensäure.	Sauerstoff.	Stickstoff.			
1	3,876	16,384	79,740	4,431	3,695	— 0,179 %
2	3,636	16,227	80,137	4,588	3,907	+ 0,271 %
Mittel	3,756	16,3055	79,9385	4,5105	3,801	+ 0,045 %
3	3,980	16,216	79,804	4,599	3,916	— 0,064 %
4	3,813	16,244	79,943	4,572	3,894	+ 0,081 %
Mittel	3,8965	16,230	79,8735	4,5855	3,905	+ 0,0085 %
5 Endmittel	3,795	16,251	79,954	4,564	3,887	+ 0,092 %
6 Endmittel	4,528	15,484	79,988	5,331	4,540	+ 0,012 %
7	4,816	14,932	80 252	5,883	5,010	+ 0,194 %
8	4,652	15,059	80,289	5,756	4,902	+ 0,250 %

Mittlere Differenz zwischen der gefundenen und der berechneten Kohlensäure = 0,0818.

Zweite Tabelle.

Berechnung nach der zweiten Methode

Nummer.	Reducirte ausgeathmete Luft.			Reducirter Sauerstoff der eingeathmeten Luft.	Absorbirter Sauerstoff.	Diffusionswerth der Kohlensäure.	Unterschied der berechneten u. der gefundenen Kohlensäure.
	Kohlensäure.	Sauerstoff.	Stickstoff.				
1	3,850	16,270	79,185	20,960	4,690	3,994	+ 0,144
2	3,593	16,034	79,185	21,065	4,931	4,199	+ 0,606
Mittel	3,7215	16,152	79,185	21,0125	4,8605	4,0965	+ 0,375
3	3,949	16,090	79,185	20,977	4,887	4,162	+ 0,213
4	3,777	16,090	79,185	21,014	4,924	4,192	+ 0,415
Mittel	3,863	16,090	79,185	20,9955	4,9055	4,177	+ 0,311
5 Endmittel	3,759	16,095	79,185	21,017	4,922	4,192	+ 0,433
6 Endmittel	4,483	15,328	79,185	21,026	5,698	4,853	+ 0,370
7 Endmittel	4,752	14,733	79,185	21,095	6,362	5,418	+ 0,666
8 Mittel aus allen Versuchen.	4,588	14,852	79,185	21,105	6,253	5,325	+ 0,737

Mittlere Differenz der gefundenen und der berechneten Kohlensäure = 0,44725 %.

Wir sehen hieraus, daß nicht nur der Austausch der Kohlensäure und des Sauerstoffes auf das Genaueste nach dem Diffusionsgesetze erfolgt, sondern auch, daß der Stickstoff bei dem Athmen total unverändert bleibt und daß das trockene Luftvolumen der Respirationsluft, abgesehen von seiner Erwärmung und der dann Statt findenden größeren Aufnahme von Wasserdämpfen, um so viel abnimmt als mehr Sauerstoff eingesogen denn Kohlensäure ausgeschieden wird. Das letztere wird dadurch bewiesen, daß die Werthe nach der zweiten Berechnungsmethode constant weit mehr abweichen als nach der ersten, wo sie, wenn wir uns an die Mittel halten, nie $\frac{1}{10}$ % erreichen. Denn wir haben als Mittel 0,0818 %. Ja, sehen wir sogar aus den oben angeführten Gründen Nr. 1 und 3 für sicher als die Mittel aus Nr. 1—4 an, so erhalten wir nur 0,0381 %.

Daß das Diffusionsgesetz mit solcher Schärfe bei dem Athmungsgesetze realisirt sei, ist um so merkwürdiger, als der Druck, unter welchem das Blut in den Lungen fließt, größer ist als der atmosphärische. Denn er gleicht diesem + dem des Herzens, so weit der letztere noch vorzüglich in den Capillaren der Lungen vorhanden ist.

Endlich läßt sich aus der Art und Weise, wie die Werthe der ersteren der beiden letzten Resultatstabellen berechnet werden müssen, schließen, daß bei dem Diffusionsprocesse des Athmens der verschluckte Sauerstoff das bestimmende und die Kohlensäure das secundär Hinzutretende sei. Wir können dieses am besten durch ein Einzelbeispiel erläutern. In der Analyse Nr. 7 z. B. wurden bei der ersten Kohlensäurebestimmung 1731,687 Cub. Cent. Stickstoff und Sauerstoff abgezapft. Der Barometerstand betrug 710 Mm., die Wärme + 18° C. Das Gewicht der Kohlensäure, welches gleichzeitig in der Kalkröhre geblieben war, betrug 0,152 Grm. Diese geben unter den genannten Verhältnissen 87,611 Cub. Cent. Kohlensäure. Folglich betrug das gesammte abgezogene Gas 1731,687 + 87,611 = 1819,298 Cub. Cent. Dieses liefert also 4,816 % Kohlensäure. Bei den beiden Sauerstoffbestimmungen wurden durch den Aspirator jedes Mal 529,420 Cub. Cent. Luft, d. h. Stickstoff und Kohlensäure entfernt. Die Menge des Sauerstoffes betrug in jeder der beiden Analysen 0,124 Grm. Diese geben unter den obigen physikalischen Voraussetzungen 98,505 Cub. Cent. Mithin glich die gesammte ausgetriebene trockene Luft 529,420 + 98,505 = 627,925 Cub. Cent. Wollten wir nun unmittelbar hieraus die Sauerstoffprocente bestimmen und mit den obigen Kohlensäureprocenten vergleichen, so würden wir Werthe erhalten, die von den Forderungen des Diffusionsgesetzes sehr weit abweichen. Denn jenes Volumen 627,925 Cub. Cent. giebt $\frac{100 \times 98,504}{627,925} = 15,688$ % Oxygen. Es müßten mithin nur 20,815 — 15,685 = 5,127 % Sauerstoff fehlen. Diesen entspräche aber ein Diffusionswerth von 4,366 % Kohlensäure. Wir fanden aber für die letztere 4,816 %. Wir hätten auf diese Weise eine Differenz von 0,500 %. Vielmehr müssen wir hierbei eben von der Ansicht ausgehen, daß der verschwindende Sauerstoff an und für sich das Bestimmende ist. Alsdann aber ist es vollkommen gleichgültig, ob die abgezapften 529,420 Cub. Cent. neben dem Stickstoff auch Kohlensäure enthalten oder nicht. Würde die letztere gar nicht ausgeschieden, sondern verschwände nur dasselbe Quantum Oxygen, so würden die 529,420 Cub. Cent. reiner Stickstoff sein. Wir müssen daher, um den ursprünglich absorbirten Sauerstoff zu erhalten, die Sache so ansehen, als bestände die absolute Menge der Luft, welche der Aspirator bei den Sauerstoffbestimmungen abgezogen, aus 529,420 Cub. Cent. Stickstoff und 98,505 Cub. Cent. Sauerstoff und als käme dann noch die ausgeschiedene Kohlensäure hinzu. Um die letztere zu finden, brauchen wir nur bei dieser Rechnungsweise die Proportion anzusetzen: 1731,687 : 87,611 = (529,420 + 98,505) : 31,768. Dann haben wir eine gesammte Luftmenge von 529,420 Stickstoff + 98,505 Sauerstoff und 31,768 Kohlensäure = 659,693 Athmungsluft. In diesem Falle erhalten wir hiernach natürlicher Weise wiederum 4,816 % Kohlensäure, dagegen nur 14,932 % Sauerstoff. Es sind mithin 20,815 — 14,932 = 5,883 % Sauerstoff absorbirt worden. Diesen entsprechen nach dem Diffusionsgesetze 5,010 Kohlensäure. Wir haben also als Differenz zwischen dem gefundenen und dem berechneten Werthe 5,010 — 4,816 = 0,194 %. Will man daher in der, S. 561 angeführten Tabelle bei Nr. 5 bis 8 die unmittelbar gefundenen Kohlensäurewerthe berechnen, so braucht man nur aus dem angegebenen Sauerstoffgewichte dessen Volumen = o zu suchen und dann, wenn das angegebene Kohlensäuregewicht = k ist, den Werth $\frac{1731,687\ k}{529,420 + o}$ anzunehmen.

Die absolute Menge von Kohlensäure, welche ein Mensch 432
innerhalb einer bestimmten Zeit aus seinen Lungen führt, wechselt nach Individualitätszuständen in sehr bedeutendem Grade. Zuvörderst ist natürlich das Alter von sehr bedeutendem Einflusse. Nach Andral und Gavarret [1]), welche in dieser Beziehung an 62 Personen (36 Männern und 26 Frauen) Versuche anstellten, zeigt sich, daß im Durchschnitt ein 8jähriges Kind in einer Stunde 18,33 Grm., ein 15jähriger Knabe 31,90 Grm., ein 16jähriges Individuum 39,600 Grm., ein Mensch von 18 bis 20 Jahren 41,792 Grm., ein solcher von 20 bis 40 Jahren 44,746 Grm. Kohlensäure liefert. Später nimmt diese allmälig ab. Denn zwischen 40 und 60 Jahren ergeben sich nur als Mittel 37,03 Grm. und zwischen 60 und 80 Jahren 33,72 Grm. Bei einem 102 Jahre alten Greise endlich resultirten nur 21,63 Grm. Hiernach würde im Durchschnitt ein Erwachsener von 20 bis 40 Jahren ungefähr 2½ Mal, ein Greis von 102 Jahren dagegen nicht ganz 1⅕ Mal so viel Kohlensäure aus den Lungen entleeren als ein Kind von fünf Jahren. Brunner und ich fanden, daß ich, als ich noch nicht ganz 33 Jahre alt war, bei etwas angestrengter und zu rascher Respiration, bei welcher ich im Durchschnitt für 1 Stunde 535,3091 Litres Luft ausathmete, in derselben Zeit im Mittel aus 5 Versuchen 42,045 Grm. Kohlensäure producirte. Wir beide zusammen brauchten im Durchschnitt von 6 Versuchen für 1 Stunde 539,9124 Litres Luft und lieferten dabei 41,023 Grm. Kohlensäure. Wir werden in der Folge sehen, daß diese Zahlen mit denen von Andral und Gavarret zwar sehr gut stimmen, für das ruhige tägliche Athmen dagegen wahrscheinlich etwas zu groß erscheinen.

Was nun die Geschlechtsverschiedenheiten betrifft, so steigt nach Andral und Gavarret die Kohlensäuremenge bei Mädchen von 8 Jahren bis zur Zeit der Pubertät eben so gut wie bei Knaben. Allein der absolute Werth der ersteren hält sich immer etwas unter dem der letzteren. Nach der Pubertätszeit dagegen erscheinen zwischen Mann und Frau wesentliche Unterschiede. Der erstere liefert immer mehr Kohlensäure, so z. B. zu 15 Jahren 54,99 Grm., zwischen diesem Alter und 40 Jahren 41,43 Grm. in 1 Stunde. So lange dagegen die Frau menstruirt, vermindert sich ihre Kohlensäurequantität bis auf 24,66 für die Stunde und sinkt also zu einem kindlichen Werthe hinab. So wie dagegen in der Revolutionsperiode die Regeln aufhören, steigt sie sogleich von Neuem. Denn hierher gehörende Frauen von 39 bis 49 Jahren lieferten 30,79 Grm. in der Stunde. Zu 50 bis 60 Jahren sank sie dann auf 26,76 Grm. und zu 60 bis 70 Jahren zu 24,93 Grm. Eine 80jährige Frau ergab nur 21,99 Grm. So wie bei einer menstruirten Frau die Regeln aufhören, steigt sogleich die Kohlensäuremenge des Athmungsprocesses. Schwangere verhalten sich in dieser Beziehung wie Frauen, welche in ihre Revolutionsperiode eingetreten sind. Bei ihnen variirte die stündige

[1]) Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'académie des Sciences. Paris. 1843. Nr. 3. p. 113.

Kohlensäuremenge zwischen 27,49 und 30,79 Grm. Immer hauchen selbst stärkere Frauen weniger Kohlensäure als Männer aus.

Die Körperconstitution und vorzüglich die Entwickelung des Muskelsystemes hat einen sehr wesentlichen Einfluß auf diese Verhältnisse. Ein athletischer 26jähriger Mann zeigte für die Stunde als Maximum 51,89 Grm., ein 60jähriger robuster Mensch 49,86 Grm., ein 63jähriger Greis 45,46 Grm. und ein kräftiger 92jähriger Greis 32,99 Grm. Gerade den letzteren Werth lieferte anderseits ein schwächliches 45jähriges männliches Individuum.

Was endlich die Körperzustände betrifft, so vermehrt sich die Kohlensäuremenge während und nach der Verdauungszeit, vorzüglich nach dem Hauptessen des Tages, nach dem Laufen und nach anderen Körperanstrengungen, nach Aufregungen aller Art und ähnlichen Affectionen. Während des Hungerns kann sie sowohl herabgesetzt sein als das normale Mittel erreichen, je nachdem der Körper schon von sich selbst zehrt oder nicht. Nach dem Genusse von Butterbrot z. B. lieferte ich ungefähr 1 Stunde später eine stündliche Kohlensäuremenge von 39,92 bis 40,66 Grm., nach 16stündigem Hungern dagegen 37,58 Grm. Nur in einem Falle hatte ich unter den ersteren Verhältnissen 37,20 Grm. Trockenheit und Kälte vermehren, Feuchtigkeit und Wärme vermindern die Kohlensäuregrößen. Diese sind auch im Allgemeinen während des Schlafes geringer als im wachen Zustande.

Andral und Gavarret bedienten sich zu diesen Untersuchungen eines Verfahrens, welches im Wesentlichen mit der von Dumas und Boussingault für die Analysen der Atmosphäre angewandten Methode übereinstimmt. Eine Maske, welche eine hinreichende Capacität hatte, um eine vollständige Exspiration aufzunehmen, wurde an den Kopf luftdicht angefügt. Sie hatte Ein- und Ausgangsöffnungen. Jene waren so ventilirt, daß die zum Einathmen nothwendige atmosphärische Luft wohl hinein-, nicht aber heraustreten konnte. Die Ausgangsöffnungen standen mit einem luftleeren, durch einen Hahn zu regulirenden Ballon in Verbindung. Der letztere sog daher die Ausathmungsluft, deren Kohlensäure bestimmt wurde, in sich ein. Der Versuch dauerte ungefähr ½ Stunde und fand immer zwischen 1 und 2 Uhr Nachmittags, also den französischen Sitten gemäß vor der Hauptmahlzeit des Tages Statt.

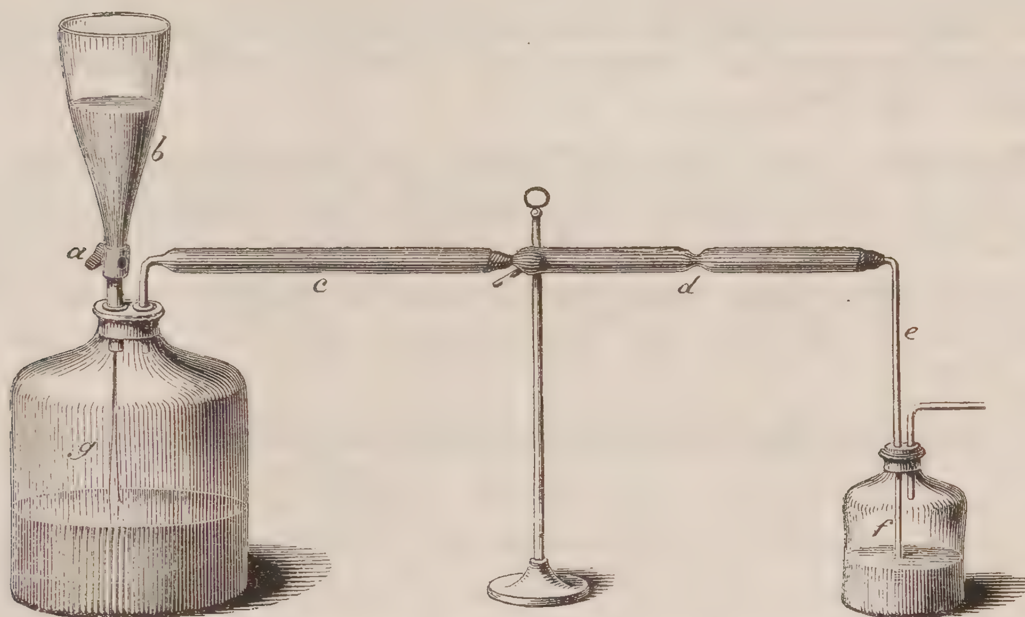
Auf eine sehr zweckmäßige Weise reduciren Andral und Gavarret ihre Werthe nur auf 1 Stunde, weil sonst kleinere Fehler durch Multiplication zu sehr vergrößert würden. Da auch die Menge des in der Kohlensäure enthaltenen Carbons einen wichtigen Factor bei allen diesen Beobachtungen bildet, so geben sie ihre Resultate nicht nach den Kohlensäure-, sondern nach den Kohlenstoffmengen, welche zu 1 Stunde gehören, an. Die obigen Werthe sind nach diesen Daten berechnet.

Auf die Erfahrungen von Scharling, welche Lungen- und Hautausdünstung zugleich betreffen, werden wir in dem von der Ausdünstung handelnden Abschnitte zurückkommen. Wir werden dann auch sehen, in wiefern die Werthe von Andral und Gavarret einer ferneren Correction bedürfen oder nicht.

Bei dem von Brunner und mir gebrauchten Apparate der zweiten Versuchsreihe (§. 431) bestimmten wir die absolute Menge von Kohlensäure auf folgende Weise. Wir notirten die Zeit, welche nöthig war, um die Flasche mit Ausathmungsgas zu füllen. Nun wurde die Kohlensäureröhre von vorn herein tarirt. Man sah dann, wie viel sie zugenommen, als die Eudiometerröhren mit Ausathmungsluft gefüllt worden. War dieser Werth = a und glichen die beiden Werthe der Kohlensäure, welche behufs der procentigen Analyse gefunden wurden, b + c, so hatte man vorläufig a + b + c Kohlensäure. Nun wurde der Apparat folgendermaßen verändert. Statt der früheren Heberröhre l Fig. 24 wurde ein großer durch einen Hahn verschließbarer Trichter b Fig. 25 eingesetzt. Dieser war mit concentrirtem Salzwasser gefüllt. An die Trocknungsröhre c kam eine

passende Kohlensäureröhre d und an diese eine zweite Röhre e, welche mit einer mit Kalkwasser gefüllten Woulfschen Flasche f in Verbindung stand. Indem man nun einen langsamen Strahl von Salzwasser durch Regulation des Hahnes a in die Flasche g einließ, wurde die noch übrige Ausathmungsluft durch die Trocknungsröhre c und die Kalk-

Fig. 25.



röhre d übergetrieben. Dadurch, daß man das Salzwasser in dem Trichter immerfort ergänzte, zwang man so alle Ausathmungsluft, durch die Kalkröhre zu streichen. Die Woulfsche Flasche mit dem Kalkwasser diente als Sicherheitsapparat. Denn die Luft mußte, nachdem sie die Kalkröhre verlassen, durch die Kalkauflösung dringen und diese trüben, so wie sie nur noch ein Minimum von Kohlensäure enthielt. In ungefähr 20 Versuchen hat sich dieser Fall nur 1 Mal ereignet, und hierfür war sogleich eine zweite tarirte Kalkröhre in Bereitschaft, um sie statt der ersteren einzufügen. Das Ablaufen des Salzwassers ging so allmälig vor sich, daß ein Experiment der Art für ungefähr 14000 Cub. Cent. Ausathmungsluft 1 bis $1\frac{1}{2}$ Stunden dauerte. War nun die letzte Kohlensäurequantität = d, so betrug die absolute Menge a + b + c + d. Nun kannten wir den Rauminhalt der Flasche g, welcher 14855,336 Cub. Cent. betrug. Wir wußten, in welcher Zeit der gleiche Rauminhalt ausgeathmet wurde und konnten so leicht das Volumen der ausgeathmeten Luft für 1 Minute bestimmen. Für die Kohlensäure hatten wir eine dreifache Controle. Wir besaßen die absolute Quantität derselben für 14855,336 mit Wasserdampf gesättigter Ausathmungsluft und konnten daher die Procente derselben für die trockne Luft berechnen. Für diese hatten wir aber zugleich zwei Werthe durch die beiden procentigen Analysen erhalten. Hierbei ergab sich denn auch, daß die durch die absolute Menge gefundenen Procentzahlen etwas zu klein ausfielen, weil das Salzwasser mehr Kohlensäure absorbirt hatte. Wurde nun die Reduction nach den richtigeren Procentwerthen vorgenommen, so ergab sich die absolute Menge möglichst genau, ein Werth, welcher übrigens schon unmittelbar aus der Capacität der Flasche berechnet werden konnte.

Indem ich wegen der Details dieser Forschungen auf unsere schon angeführte Abhandlung in der medicinischen Vierteljahresschrift verweise, gebe ich hier nur die Endresultate dieser Studien. Im Mittel aus fünf Versuchen athmete ich für die Stunde 535,3091 Litres Luft. Diese enthielt nach der corrigirten Berechnung 42,045 Grm. Kohlensäure oder 11,440 Grm. Carbon. Brunner und ich exspirirten in 6 Versuchen eine stündliche Luftmenge von 562,929 Litres und entleerten durch diese 41,023 Grm. Kohlensäure oder 11,188 Grm. Carbon.

Bei allen solchen Apparaten athmet man unwillkürlich etwas stärker als im gewöhnlichen Zustande. Schon das Bewußtsein, daß man seinen Respirationsproceß controlire, erzeugt das Bemühen, möglichst viel zu liefern. Ueberdies hat der geringste Widerstand, welchen der Apparat erzeugt, denselben Erfolg. Um dieses direct zu zeigen,

dienen folgende Erfahrungen. Wenn ich die Flasche von 14855,336 Cub. Cent. ausathmete, so machte ich bei mehr als 20 Versuchen der Art ohne besondere Intention dazu 7 bis 19 bis 21 Athemzüge. Die Luftvolumina hielten sich dann immer zwischen 8400 und 9500 Cub. Cent. in der Minute. Wenn ich dagegen nach der in der zweiten Versuchsreihe angegebenen Methode eine Flasche von 12977,130 Cub. Cent. in so kurzen Athemzügen wie bei freier Respiration mit Luft füllte, so ergaben sich in einem Falle bei 21 Athemzügen 7414,7 und in einem zweiten bei 20 Athemzügen 5990 Cub. Cent. Nach den oben angegebenen Versuchen mit Schwefelsäure stoße ich in den verschiedenen Chancen meines Athmungsprocesses in 1 Minute 5372,7 bis 10403,5 Cub. Cent. und im Mittel 6623,2 Cub. Cent. Luft aus.

433 Natürlicher Weise wird die Menge von Kohlensäure, welche mit einem Athemzuge davongeht, abgesehen von den Verschiedenheiten der Temperatur, auch nach der Intensität des Respirationsprocesses in hohem Grade schwanken. Einen Beleg hierfür giebt die folgende mich betreffende Tabelle, welche sich aus den Untersuchungen von Brunner und mir ergab:

Zeit.	Zahl der Athemzüge in der Minute.	Absolute Menge der Kohlensäure für 1 Minute in Grm.	Absolute Menge der Kohlensäure für einen Athemzug in Grm.
Den 14. Junius Morgens um 9¾ Uhr.	17	0,6200	0,0365
Den 15. Junius Morgens um 9¾ Uhr.	12	0,6654	0,0554
Den 16. Junius Morgens um 9½ Uhr.	12	0,6726	0,0560
Den 17. Junius Morgens 10 Uhr.	8	0,6264	0,0783

Wir sehen hieraus, daß ich in diesen 4 Versuchen mit jedem Athemzuge durchschnittlich 0,036 — 0,078 Grm. Kohlensäure entleerte. Es erhellt aber zugleich, daß diese Werthe, welche gewiß noch lange keine Extreme sind, zwischen dem Doppelten schwanken können. Sie entsprechen 0,0099 — 0,0213 Grm. Carbon.

434 Schon eine einfache Betrachtung der Verhältnisse lehrt, daß nicht immer die absolute Menge der Kohlensäure dem Körpergewichte genau proportional sein könne. Allein um die relativen Größen der Intensität des Athmungsprocesses zu durchschauen, müssen wir von diesen Abweichungen zum Theil absehen und zu bestimmen suchen, wie viel 1 Grm. Körpergewicht innerhalb 1 Stunde Kohlensäure und Carbon liefert. Zunächst geben die oben angeführten, an meinem eigenen Körper angestellten Untersuchungen ziemlich genaue Werthe für eine solche Forschung. Ich wog zu nicht ganz 33 Jahren 54 Kilogr., hatte eine Körperlänge von 1,61 Meter und eine Peripherie des Thorax in der Gegend der Herzgrube von 75 Centimetern. Ich stehe in dieser Hinsicht unter dem gewöhnlichen Mittel.

Denn dieses beträgt nach Quelelet für das Körpergewicht des 33jährigen Mannes 67,471 Kilogr. und für die Körperlänge bei 35 Jahren 1,717 Meter. In der That bin ich auch klein und mager, sonst aber ganz gesund. Ich entleerte im Durchschnitt für die Minute 6623,2 Cub. Cent. Luft, und diese enthielt im Mittel der eudiometrischen Analysen 4,456 Volumenprocente Kohlensäure. Ich führe also im Durchschnitt für die Minute 306,130 Cub. Cent. Kohlensäure ab. Dieses giebt für 1 Stunde 18,3678 Litres und folglich für 1 Grm. Körpergewicht und 1 Stunde 0,34 Cub. Cent. Der mittlere Barometerstand betrug bei den an mir angestellten Versuchen 714,14 Mm., die mittlere Temperatur $+ 17^{0},03$ C. Bei diesem Drucke und dieser Wärme wiegen aber 0,34 Cub. Cent. Kohlensäure $\frac{0,34 \times 1,9805 \times 714,14}{760000} (1 - 17,03 \times 0,00369087) = 0,000593$ Grm. und enthalten daher 0,00016179 Carbon. In 24 Stunden ginge daher aus meinen Lungen 0,00388 Grm. Carbon für 1 Grm. Körpergewicht davon. Man sieht, daß dieses mit dem bei Gelegenheit der thierischen Wärme (§. 105) theoretisch angenommenen Werthe annähernd genau stimmt. Berechnen wir diese Zahl für 1 Grm. des von Quetelet angegebenen Körpergewichtes zu 33 Jahren, so erhalten wir für 1 Stunde 0,00066061 Grm. Kohlensäure und 0,00018016 Grm. Kohlenstoff.

Um vorläufig die ausgedehnten Untersuchungen von Andral und Gavarret auch in dieser Beziehung brauchbar zu machen, habe ich, soweit es anging, in der nachfolgenden Tabelle ihre Werthe mit den Quetelet'schen Zahlen combinirt und hieraus bestimmt, wie viel verbrannten Carbons auf 1 Grm. Körpergewicht für 1 Stunde kommt. Die Kohlenstoffmenge für 102 Jahre wurde nur der Vollständigkeit wegen hinzugefügt.

Alter in Jahren.	Mittleres Körpergewicht nach Quetelet (in Kilogr.).	In 1 Stunde verbranntes Carbon, welches durch den Athem davongeht, nach Andral und Gavarret (in Grammen).	Carbonmenge für 1 Stunde und 1 Grm. Körpergewicht in Grammen.
Knabe 8	22,26	5,00	0,00022461
Knabe 15	46,41	8,70	0,00018746
16	53,39	10,80	0,00020228
18 — 20	61,26 bis 65,00	11,40	0,00018609 bis 0,00017538
20 — 40	65,00 bis 68,81	12,20	0,00018769 bis 0,00017730
40 — 60	68,81 bis 65,50	10,10	0,00014678 bis 0,00015420
60 — 80	65,50 bis 61,22	9,20	0,00014045 bis 0,00015027
Greis 102	—	5,9	—

Wir haben also im Mittel für 20 bis 40 Jahren 0,00018769 bis 0,0017730 Grm., mithin für 33 Jahre 0,00018457. Nach der obigen, auf meine Kohlensäureaushauchung basirten Berechnung hatten wir denselben Werth 0,00018016 Grm. Zwischen den Versuchen von Andral und Gavarret und denen von Brunner und mir ergiebt sich also in dieser Beziehung eine auffallende Uebereinstimmung. Der directe Werth

für mich allein dagegen fällt etwas kleiner aus, — ein Punkt, auf welchen wir bei Gelegenheit der Ausdünstung und der Beobachtungen von Scharling zurückkommen werden.

Zu gleicher Zeit ersieht man aus der obigen Tabelle, daß, wenn auch natürlich die absolute Kohlensäuremenge bis zum Mannesalter steigt, dennoch die relative bei dem Kinde am größten und bei dem Jünglinge noch größer als bei dem Erwachsenen mittleren Lebensalters ist. Erst nach 40 Jahren nimmt sie absolut und relativ zugleich ab und sinkt in beiden Beziehungen immer mehr und mehr. Diese Schwankungen stehen, wie man leicht bemerkt, mit den Intensitäten des Stoffwechsels in gleichem Verhältnisse. Hiernach läßt sich dann erwarten, daß der Säugling relativ das Meiste und absolut das Wenigste ausscheiden werde.

435 Gestützt auf das nachgewiesene Diffusionsgesetz haben wir gesehen, daß immer bei dem Athmen für 1 Vol. Kohlensäure, welches austritt, 1,1742 Vol. Sauerstoff absorbirt werde. Sieht man von den etwas verschiedenen Ausdehnungscoefficienten dieser beiden Körper ab, so werden für 1 Grm. davongehender Kohlensäure 0,8516 Grm. Sauerstoff verschwinden. Aus diesen Zahlen können wir aber nicht nur unmittelbar berechnen, wie viel Sauerstoff ein Mensch, dessen ausgehauchte Kohlensäuremenge bekannt ist, innerhalb einer bestimmten Zeit verbraucht, sondern auch seinen ganzen Respirationsproceß überhaupt controliren. Wir haben z. B. gefunden, daß ich sitzend und in vollkommenster Ruhe im Durchschnitt 6623,2 Cub. Cent., bei etwas angestrengtem Athmen dagegen 8921,851 Cub. Cent. Luft in der Minute aus meinen Lungen ausstoße. Nehmen wir wegen der verschiedenen aufregenden Momente, wie z. B. des Gehens, des Sprechens, der Digestionszeit nach der Hauptmahlzeit und dgl. an, daß ich durchschnittlich in der Minute das Mittel von beiden genannten Werthen, nämlich 7772,525 Cub. Cent. Luft ausathme, so werde ich à 4,456 % Kohlensäure, in einer Minute 346,344 Cub. Cent., in einer Stunde 20,78064 Litres und in 24 Stunden 498,73536 Litres Kohlensäure entfernen. Für diese werde ich in jeder Minute $1,1742 \times 346,344 = 406,680$ Cub. Cent. Sauerstoff aufnehmen. Es würden mir mithin 60,336 Cub. Cent. Sauerstoff zur Disposition übrig bleiben. Ich werde daher in einer Stunde 24,4008 Litres und in 24 Stunden 585,6192 Litres Oxygen brauchen. Hierbei muß ich stündlich 3,62016 Litres und täglich 86,88384 Litres Sauerstoff mehr einnehmen als gleichzeitig mit der ausgeschiedenen Kohlensäure davongeht. Abgesehen von den durch die Temperatur und die Sättigung mit Wasserdampf bedingten Unterschieden werde ich in der Minute $7772,525 + 60,4008 = 7832,925$ Cub. Cent. trockener Atmosphäre in meine Lungen einziehen. Dieses giebt einen stündlichen Luftverbrauch von 469,9755 Litres und einen täglichen von 11279,412 Litres. Die Gewichtsbestimmungen fallen natürlich nach der Temperatur und dem Barometerstande verschieden aus.

Auch in Hinsicht des Sauerstoffes habe ich nach den Daten von Andral und Gavarret die nachfolgende Tabelle entworfen. Hier ist dann, wenn die Kohlensäure = 1 gesetzt wird, der Coefficient für den zu findenden Sauerstoff = 0,8516; mithin wird er für das Carbon = 1, in diesem Falle = $\frac{0,8516 \times 275}{75}$ = 3,12253 sein. Was das Volumen betrifft, so läßt sich dieses natürlich nur für 760 Millimeter und 0° C. im Allgemeinen bestimmen und muß dann nach jedem Specialfalle reducirt werden. Ist

es unter den genannten Verhältnissen = v, die Temperatur = t und der Barometerstand = b, so haben wir für dieses reducirte Sauerstoffvolumen $\frac{760}{b} \times v \times (1 + 0{,}003665\ t)$.

Alter in Jahren.	Mittleres Körpergewicht in Kilogrammen.	Verbranntes Carbon in Grammen.		Verzehrter Sauerstoff in Grammen.		Ueberschuß von verzehrtem Sauerstoff über dem in der Kohlensäure enthaltenen Oxygen in Grammen.		Volumen des verzehrten Sauerstoffes bei 760 Mm. und 0° C. in Litres.	
		in 1 St.	in 24 St.	in 1 St.	in 24 St.	in 1 St.	in 24 St.	in 1 St.	in 24 St.
8	22,26	5,00	120,80	15,613	374,704	2,283	54,792	8,634	207,216
15	46,41	8,70	208,80	27,166	651,984	3,966	95,184	18,912	453,888
16	53,39	10,80	259,20	33,723	809,360	4,923	118,152	23,476	563,424
18—20	61,26 bis 6,500	11,40	273,60	35,599	854,324	5,207	124,968	24,783	594,792
20—24	65,00 bis 68,81	12,20	292,80	38,094	914,280	5,548	133,152	26,520	636,474
40—60	68,81 bis 65,50	10,10	242,40	31,537	756,888	4,607	110,568	21,955	526,920
60—80	65,50 bis 61,22	9,20	220,80	28,727	689,448	4,207	100,968	19,999	479,976

In dieser Tabelle sind die Volumina des Sauerstoffes nach der neueren Gewichtszahl = 1,436387 Grm. für 1 Litre berechnet. Die Gewichtsmengen der Kohlensäure habe ich nicht hinzugefügt, weil sie schon in §. 432 genannt worden und weil sie überdies durch die Multiplication der Carbonwerthe mit $\frac{275}{75}$ leicht gefunden werden können. Eben so erhält man die Volumenüberschüsse des absorbirten Sauerstoffes, wenn man die Volumina des letzteren mit 0,17421 multiplicirt. Die Reduction auf 24 Stunden, die, wie wir gesehen haben, minder sicher ist, wird beigefügt, weil wir später die Zahlen derselben zu ferneren Schlüssen brauchen werden.

Ueberblicken wir nun den Athmungsproceß im Ganzen, so 436
sehen wir, daß er auf dem einfachsten rein physikalischen Hergange, welcher nur möglich ist, erfolgt. Die eingeathmete Luft wird auf 37°,5 C. temperirt, dehnt sich daher, da sie früher meist eine geringere Wärme hatte, hierdurch aus, sättigt sich für diese höhere Temperatur mit Wasserdampf und wird auch deshalb voluminöser. Dagegen verliert sie, indem sie genau nach dem Diffusionsgesetze Kohlensäure aufnimmt und Sauerstoff abgiebt, dergestalt an Volumen, daß auf 1 % Kohlensäure 0,17421 % Umfangsverminderung kommen. Denn daß der Stickstoff total unverändert bleibe und sich weder, wie man früher häufig glaubte, vergrößere noch verringere, beweisen die oben angeführten Analysen, welche die Existenz des Diffusionsgesetzes in unseren Lungen darthun. Zu gleicher Zeit geht immer ein Minimum organischer Stoffe, theils mechanisch, theils dampfförmig davon. Denn immer wird die Schwefelsäure, durch welche man bei Versuchen athmet, mehr oder minder röthlich. Diese organischen Verbindungen werden von der Schwefelsäure ganz und gar aufgenommen.

Directe Versuche lehren überdies, daß die ausgeathmete Luft, wenigstens von mir, keine Spur von Kohlenoxydgas oder Kohlenwasserstoffgas oder reinem Wasserstoffgas enthält.

Nach Collard de Martigny sollen die organischen Substanzen, welche mit dem Athem davongehen, 0,003 % betragen. Allein so lange man kein bestimmtes Reagens für dieselben kennt, dürfte es wohl nie möglich sein, diese Körper, wenn sie als flüchtige Verbindungen austreten, irgendwie zu bestimmen. Denn wenn sie schon bei 37°,5 C. in Dampfform entfernt werden, wäre man nicht im Stande, sie durch Verdunstung des in Tropfengestalt aufgefangenen Athmungswassers isolirt zu erhalten.

Um zu untersuchen, ob die ausgeathmete Luft andere Gasarten enthalte, stellten Brunner und ich folgende Versuche an. Zuvörderst bereitete der Erstere reines wasser- und kohlensäurefreies Kupferoxyd. Eine kleine Glasröhre wurde in ihrer Mitte bauchig ausgeblasen. In diesen aufgetriebenen Theil kam metallisches Kupfer, welches beiderseits durch eingeschobenen Asbest vor dem Herausfallen geschützt war. Nun wurde die Röhre einerseits an die des Aspirators luftdicht angefügt, während anderseits zwei fernere Röhren an sie ebenfalls hermetisch befestigt waren. Die eine von diesen enthielt Bimsstein, welcher mit Schwefelsäure durchtränkt war, die andere mit concentrirter Kalilösung imbibirten, frisch gelöschten Kalk. Die Schwefelsäure sollte der bald durchstreichenden Atmosphäre das Wasser, der Kalk die Kohlensäure entziehen. Die Kalkröhre mündete frei. Alsdann wurde das Kupfer durch eine untergesetzte Lampe glühend gemacht. Gleichzeitig öffnete man den Hahn des Aspirators. Es strich also kohlensäurefreie und absolut trockene Atmosphäre durch das Kupfer. Dieses verlor sein Wasser, oxydirte sich und wurde daher schwarz. Sobald die Operation vollendet war, nahm man die Kupferröhre ab und verschloß sie beiderseits hermetisch. Mittlerer Weile hatte ich die größere Flasche von 12977,130 Cub. Cent. Rauminhalt auf die früher beschriebene Weise ausgeathmet, das Gas abkühlen lassen und verschlossen. In die eine Oeffnung des Bleizapfens kam der früher beschriebene, für das Eingießen des Salzwassers bestimmte, mit einem Hahne versehene Trichter. In die andere Oeffnung wurde eine sehr lange und starke Kalkröhre zur Absorption der Kohlensäure der ausgeathmeten Luft eingefügt. Auf diese folgte eine verhältnißmäßig eben so bedeutende Röhre, welche mit Schwefelsäure durchtränkten Bimsstein enthielt. Dann kam die Kupferröhre, welche während des ganzen Versuches glühend erhalten wurde. Auf diese folgte eine kleine, genau tarirte Wasserabsorptionsröhre, welche ebenfalls Bimsstein und Schwefelsäure enthielt und bis auf ½ Milligramm abgewogen werden konnte. Sie stand mit einer Woulf'schen Flasche, welche zum Theil mit Kalkwasser gefüllt war, in unmittelbarer Verbindung. Hatten nun alle Fugen eine hermetische Verschließung, und wurde die Flasche mit Salzwasser gefüllt, so strichen die 12977 Cub. Cent. Ausathmungsluft zuerst durch die Kalkröhre und gaben hier ihre Kohlensäure ab und dann durch die lange Schwefelsäureröhre und verloren hier ihr Wasser. Das absolut trockene Gas drang hierauf durch das glühende Kupferoxyd. Enthielt es noch Wasserstoff, so mußte sich hier Wasser bilden. Führte es noch organische Substanzen, so mußten diese elementaranalysirt werden und Kohlensäure und Wasser liefern. Besaß es Kohlenoxyd oder Kohlenwasserstoff, so mußten hierbei Kohlensäure oder diese und Wasser entstehen. Nun gelangte es dann durch die tarirte Wasserabsorptionsröhre. Diese mußte also, wenn Wasserbildung eintrat, an Gewicht zunehmen. Strich es hierauf durch das Kalkwasser, so würde sich dieses getrübt haben, sobald nur ein Minimum von Kohlensäure neu erzeugt worden. Dieses geschah aber in vier Versuchen auch nicht in der allergeringsten Spur, obgleich das Austreiben der 12977 Cub. Cent. Gas sehr langsam innerhalb 1 Stunde und länger jedes Mal erfolgte. Hieraus ergiebt sich, daß die ausgeathmete Luft selbst kein Minimum von Kohlenoxyd oder Kohlenwasserstoff enthielt und daß die organischen Verbindungen, welche mit dem Athem davongehen, ganz und gar in der das Wasser absorbirenden Schwefelsäure bleiben. Die tarirte Wasserröhre nahm in drei Fällen auch nicht um 1 Milligramm zu. Hieraus folgte, daß auch keine Spur von Wasserstoff mit unserem Athem davongeht. In einem Falle hatte sich das Gewicht des Wasserapparates vergrößert. Allein bald zeigte sich, daß der Grund dieser Erscheinung in einem Fehler lag. Denn während das Kupferoxyd erkaltete, sog es etwas Kalkwasser aus der Woulf'schen Flasche nach der Schwefelsäure hin empor.

Bei jenen 4 Versuchen übrigens befand ich mich 1 Mal im hungrigen Zustande, 2

Mal hatte ich Fleisch und Brot 1 bis 1½ Stunden vorher gefrühstückt und das 4te Experiment wurde 1 Stunde nach dem Mittagessen vorgenommen.

Die Art und Weise, wie der absorbirte Sauerstoff in unserem Körper verwendet werde, läßt sich nur theilweise bestimmen. Die Annahme, daß das überschüssige Oxygen z. Thl. zur Wasserbildung diene, ist nur indirect zu beweisen. Eben so wenig weiß man, wie viel zu diesem Zwecke diene, denn noch andere Oxydationsprocesse, als dieser, können im Körper vorkommen. Allein auch in Betreff der Kohlensäure ist die gewöhnliche einfache Bestimmung nicht ganz richtig. Nicht aller Sauerstoff, welcher in der Kohlensäure enthalten ist, stammt aus der eingeathmeten Atmosphäre. Es verbrennt kein reines Carbon. Es findet immer nur in unserem Organismus eine beschränkte Umsetzung organischer Stoffe Statt. Es wird hierbei als Nebenproduct Kohlensäure erhalten. Da aber die auf diese Weise sich verändernden organischen Verbindungen ein Quantum Sauerstoff führen, so stammt, wie man leicht sieht, ein Theil des Oxygens von ihnen her. Die Menge des überschüssigen Einathmungssauerstoffes wird daher noch größer, als wenn die Kohlensäure durch Oxydation von reinem Kohlenstoffe entstände. 437

Gegenwärtig, wo man mit Bestimmtheit weiß, daß das arterielle Blut sowohl als das venöse unter der Luftpumpe Kohlensäure, Sauerstoff und Stickstoff entbindet (van Enschut[1]), Bischoff[2]), Magnus u. A.) kann über die theoretische Ansicht des Grundfactums des Athmungsprocesses kein Zweifel mehr sein. Man vermag mit Bestimmtheit zu behaupten, daß keine besondere Kohlensäure- und Wasserbildung in den Lungen Statt finde, daß in diesen nur eine Abdunstung wie an anderen freien Oberflächen eintritt. Das Blut, welches in den Verzweigungen der Lungenarterie kreiset, bringt seine Kohlensäure mit. Diese ist hier durch eine thierische Haut von der eingeathmeten Atmosphäre geschieden. Da sie nun eine andere Dichtigkeit als der Sauerstoff hat, so tritt zwischen beiden der durch das Diffusionsgesetz bedingte Wechsel eben so gut ein, als das Blut und die Ernährungsflüssigkeit die Einathmungsluft mit Wasserdampf sättigen. Die Lungen werden nur in sofern zum vorzugsweisen Athmungsorgane, als sie eine möglichst große Capacität für Blut haben, als sie verhältnißmäßig sehr viel Luft aufnehmen können und als diese mit jenem in eine sehr ausgedehnte flächige Berührung kommt. Daß auch unter anderen Gasarten, wie z. B. unter Wasserstoffgas eine Aushauchung von Kohlensäure Statt finde, ist ebenfalls physikalisch nothwendig, weil das Hydrogen auf gleiche Weise eine andere Dichtigkeit als die Kohlensäure hat. Ja daß sogar unter reinem Stickgas eine Ausscheidung von Kohlensäure zu Stande kommen werde, läßt sich aus denselben Verhältnissen leicht erschließen

Daß kein Verbrennungsproceß in den Lungen selbst Statt finde, lehrt schon die einfache Thatsache, daß diese Organe nicht wesentlich höher als andere innere Körpertheile temperirt sind. Hierdurch werden mehrere ältere Theorien beseitigt. So die Vorstellung, daß in die Lungenzellen eine Carbon und Wasserstoff enthaltende Flüssigkeit ausgehaucht und hier durch den eingeathmeten Sauerstoff in Kohlensäure und Wasser umgewandelt werde (Lavoisier, Laplace, Prout) oder die, daß sich der Kohlenstoff des Venenblutes erst in den Lungen mit dem Sauerstoff vereinige.

Eine andere Frage ist nun aber gegenwärtig, in welcher Form Sauerstoff und Kohlensäure im Blute enthalten sind, ob frei oder im gebundenen Zustande. Neuere Chemiker und Physiologen, wie Magnus, Bischoff u. A., schienen sich eher zu der An-

[1]) F. Ph. van Enschut diss. de respirationis chymismo. Trajecti ad Rh. 1836. 8. p. 153 sqq.

[2]) Th. L. W. Bischoff de novis quibusdam experimentis chemico-physiologicis ad illustrandam doctrinam de respiratione institutis. Heidelbergae. 1837. 4. p. 17 sqq.

nahme der freien Existenz dieser Luftarten hinzuneigen. Tiedemann, Gmelin und Mitscherlich sprachen schon früher die Vermuthung aus, daß sich etwa durch den Athmungsproceß Essigsäure bilden möge und daß diese die Kohlensäure der einfach kohlensauren Alkalien austriebe. Denn die letzteren sind in dem Venenblute in reichlicherer Menge als in dem der Arterien enthalten. Jedoch schon unter der Luftpumpe allein und ohne nothwendige Säurebildung wird Kohlensäure frei. Liebig[1]) dagegen suchte in einer eigenen Theorie die Vorstellung, daß das Oxygen sowohl als die Kohlensäure in gebundenem Zustande existiren, am speciellsten zu erörtern und durchzuführen. Dieser Forscher geht von dem schon von C. H. Schultz vertheidigten Principe aus, daß die Blutkörperchen, welche eisenhaltig sind und direct zur Ernährung nicht dienen, ihre vorzüglichste Function bei dem Athmungsprocesse finden. Nun wissen wir, daß Eisenoxydulverbindungen sehr leicht Sauerstoff aufnehmen, um sich höher zu oxydiren, daß dagegen umgekehrt Eisenoxyde ihr überschüssiges Oxygen sehr leicht fahren lassen und hierdurch in Verbindung mit organischen Substanzen häufig die Erzeugung von Kohlensäure anregen. Stellt man sich vor, daß in dem Arterienblute eine dem Eisenoxyd analoge Combination existire, so wird dann leicht in den Körpercapillaren Sauerstoff verschwinden und an dessen Stelle Kohlensäure auftreten können. Auf gleiche Weise kann man sich nach demselben Forscher vorstellen[2]), daß die Kohlensäure die einfach kohlensauren Alkalien des Blutes in doppelt kohlensauren umsetze und daß diese durch die Athmung von Neuem zu einfachen kohlensauren Verbindungen reducirt würden.

438 Wie sich von selbst ergiebt, verzehrt der Mensch durch seine Respiration nur den geringsten Theil des Sauerstoffes, welcher in der eingeathmeten Luft enthalten ist. $^3/_4$ — $^4/_5$ desselben gehen wiederum davon. Allein nichts desto weniger wirkt das wiederholte Einathmen einer und derselben Luft schädlich. Der Grund dieser Erscheinung liegt nicht in einem Mangel an Sauerstoff, sondern in dem Zutritte von Kohlensäure, welche schon in kleineren Mengen nachtheilige Erfolge hat. Selbst ein Gehalt von 1% dieses Körpers erzeugt unbehaglige Gefühle. Daher stirbt ein Thier, sobald es genöthigt wird, eine und dieselbe Luft anhaltend einzuathmen, lange bevor aller Sauerstoff verzehrt ist. Aus derselben Ursache wird auch in geschlossenen Räumen, in welchen eine größere Zahl von Personen längere Zeit verbleiben, eine gehörige Lüftung unerläßlich. Soll der Athmungsproceß normal vor sich gehen, so bedarf ein Mensch stündlich 6 — 10 Cub. Cent. frischer Luft (Péclet). Erhält er für eine Stunde 10 — 20 Cub. Cent., so schwängert er diese mit 0,4 % — 0,2 % Kohlensäure (Leblanc). Daher kommt es dann, daß wir binnen Kurzem in großen Sälen, welche viele Menschen fassen, ein erstickendes Gefühl empfinden. Nach einer von Dumas gehaltenen Vorlesung z. B., bei welcher 900 Zuhörer gegenwärtig waren, fanden sich in der Luft des chemischen Amphitheaters der Sorbonne in Paris, das ungefähr 1000 Cubikmeter räumlichen Inhaltes hat, nur 21,96 Gewichtsprocente Sauerstoff und 1,03 % Kohlensäure. Auf die Stunde kamen, da der Vortrag $1^1/_2$ Stunde dauerte, nur 0,74 Meter frischer Luft. Eine durch Verbrennung von Kohlen untauglich gemachte Atmosphäre, in welcher ein Hund athmete, aber später starb und in der dann ein Wachslicht verlosch, enthielt 19,19 % Oxygen, 75,62 % Stickstoff, 4,61 % Kohlensäure, 0,54 % Kohlenoxydgas und

[1]) J. Liebig, die Thierchemie oder die organische Chemie in ihrer Anwendung auf Physiologie u. Pathologie. Zweite Aufl. Braunschweig. 1843. 8. S. 41.

[2]) Handwörterbuch der Chemie. Bd. I. Braunschweig. 1842. 8. S. 900.

0,04 % Kohlenwasserstoffgas (Leblanc)[1]. Ueber diese schädlichen Wirkungen der Kohlensäure, des Kohlenoxydgases und des Kohlenwasserstoffgases siehe §. 58.

Die nachtheiligen Effecte der Kohlensäure gestalten sich, je nachdem das Gas in sehr geringer Menge vorhanden ist oder nicht, in etwas verändertem Maaße. Der erstere Fall erscheint sehr häufig, wenn z. B. Personen in Räume treten, welche viele gährende oder faulende Substanzen einschließen. Es können sich dann lange, bevor ein Licht erlischt, Beschwerden ergeben. Hierher gehören z. B. alte Brunnen, Zimmer, in welchen Wein, Bier und andere Getränke gähren. Es erzeugt sich Eingenommenheit des Kopfes, Schwindel und Bewußtlosigkeit. Später kommen Krämpfe, welche bisweilen vollkommen das Ansehen eines Tetanus annehmen, Schlafsucht, dunkele Färbung der meisten Körpertheile, Stockung des Athmens zum Vorschein, bis endlich der Tod eintritt. Hält man den Kopf über den Rand einer mit gährender Flüssigkeit gefüllten Bierwanne, so schließt sich nicht selten die Stimmritze auf der Stelle, so daß das Athmen unmöglich wird. Das Einathmen von reinem Kohlensäuregas wirkt natürlich schneller und intensiver und kann selbst das Leben binnen wenigen Minuten aufheben. In dem ersten Momente empfindet man in dem Munde und dem Schlunde einen deutlichen sauren Geschmack und im Zäpfchen ein heftiges Brennen (Davy)[2].

Kohlenoxydgas, welches in die Pleura eingespritzt wird, soll selbst bei dem Menschen keine nachtheiligen Wirkungen haben (Nysten). Eingeathmet dagegen betäubt es sehr schnell. Das Bewußtsein stellt sich zwar durch die Aufnahme von Sauerstoff wieder her. Allein es bleiben selbst dann noch einige Zeit Uebelkeiten, Skotome, fieberhafte Zustände, Schwindel und Schlafsucht zurück (Higgins). Sehr verdünntes Kohlenwasserstoffgas scheint bisweilen z. B. von Arbeitern, welche in Gruben beschäftigt sind, ohne erheblichen Nachtheil inspirirt werden zu können. Allein ein einziger Athemzug aus einer Luftmischung, welche 2 Theile Atmosphäre und 3 Theile Kohlenwasserstoff enthielt, erregte sogleich Kopfweh, Schwindel und vorübergehende Schwäche der Glieder. Inspirirte man das Gas in reinem Zustande, so bedingte der erste Zug ein Gefühl von Erstarrung in den Brustmuskeln, welches sich bei dem zweiten erhöhte. Der dritte dagegen hatte schon Bewußtlosigkeit zur Folge und hinterließ den ganzen Tag hindurch die Gefühle von Schwäche, Schwindel und heftigem Kopfweh (Davy). Da nun die aus brennenden Kohlen und ähnlichen Substanzen entbundene Luft Kohlensäure mit oder ohne Kohlensäureoxydgas in größerer Menge enthält und die Ritzen eines verschlossenen Zimmers keinen hinreichenden Luftwechsel gestatten, so erklärt sich hieraus der Erstickungstod, welcher besonders im Schlafe, wo die ersten Symptome unbemerkt vorübergehen, leicht eintritt. Vgl. oben S. 80. 81.

Eine Reihe anderer Gasarten wird dadurch irrespirabel, daß sie die Athmungswerkzeuge sehr heftig reizen und eine krampfhafte Verschließung der Stimmritze, Husten, Brustschmerzen überhaupt und ein besonders unangenehmes Gefühl von Trockenheit und Schmerz längs der Luftwege erzeugen. Bei stärkeren Mengen derselben erfolgt der Tod innerhalb kurzer Zeit. Hierher gehören Chlor, Dämpfe von Jod und Brom, von schwefeliger Säure, von Schwefelsäure, Salzsäure, Salpetersäure, Stickoxyd, Fluorbor, Fluorsilicium, Phosphorwasserstoff, Arsenikwasserstoff, Cyan, Ammoniak u. dgl. Stickoxydul erzeugt leicht einen lustigen Rausch und Lachen wie in der Trunkenheit[3]. Durch seine äußerst starke schadhafte Wirkung zeichnet sich das Schwefelwasserstoffgas aus. $^1/_{1500}$ dieser Luftart tödtet schon einen Vogel, $^1/_{800}$ einen Hund (Thénard und Dupuytren). Ein Pferd, dem ein Quart dieses Gases in den After eingesprützt worden, starb innerhalb 1 Minute (Chaussier). Da nun der Schwefel von faulenden organischen Substanzen oder von schwefelsauren Verbindungen, welche in ihnen enthalten sind, häufig als Schwefelwasserstoff davon geht, so entstehen auf diese Weise irrespirable Atmosphären, welche überdies noch das nicht minder schädliche Ammoniak enthalten. Daher leicht Ar-

---

[1] Froriep's neue Notizen Nr. 500. 1842. 4. S. 250.

[2] R. Christison Abhandlung über die Gifte. Weimar. 1831. 8. S. 830.

[3] Ueber diese und mehrere andere Gasarten siehe die §. 429 angeführte Schrift von Davy.

beiter in Abtritten ersticken und daher selbst die schädlichen Luftarten an einzelnen Punkten der afrikanischen Küste (Daniell)[1] und in den Maremmen (Savi)[2] aus dieser Quelle hergeleitet wurden, obgleich gerade diese Erklärungsweise noch definitivere Belege nöthig hat. Durch das bedeutende Absorptionsvermögen und die außerordentliche Geneigtheit des Schwefelwasserstoffes, sich mit den Blutkörperchen zu verbinden und sie für fernere Sauerstoffaufnahme untauglich zu machen, ist die heftige Wirkung dieses Gases in neuerer Zeit von Liebig erklärt worden.

Das Einathmen von Wasserstoffgas oder reinem Stickgas endlich muß die Diffusionsverhältnisse verändern. Thiere, welche Wasserstoff inspiriren, scheiden aus diesem Grunde Stickstoff aus (Allen und Pepys). Bei dem Gebrauche von reinem Nitrogen wird der nöthige Sauerstoff fehlen. In einer zu oxygenreichen Luft könnte nur dadurch eine Erhöhung des Athmungsprocesses, welche beobachtet wurde, entstehen, daß der Anstoß zur Diffusion nicht von der Kohlensäure, sondern von dem Sauerstoff ausgeht.

439 Die Zahl der innerhalb einer bestimmten Zeit erfolgenden Athemzüge wechselt nach Verschiedenheit des Alters, der Individualität und der Körperzustände in hohem Grade. Den Beleg hierfür geben die nachfolgenden von Quetelet erhaltenen Werthe. Sie sind die Ergebnisse von Beobachtungen, welche an 300 Personen angestellt worden:

Alter in Jahren.	Zahl der Athemzüge in der Minute.		
	Maximum.	Minimum.	Medium.
Neugeborener	70	23	44
5 Jahr	32	—	26
15—20 »	24	16	20
20—25 »	24	14	18,7
25—30 »	21	15	16
30—50 »	23	11	18,1

Vergleichen wir diese Mittelgrößen mit den für den Herzschlag geltenden Durchschnittszahlen (§. 385), so sehen wir, daß im Allgemeinen bei dem Neugeborenen 3,01, bei dem 5jährigen Kinde 3,38, bei dem 15 — 20jährigen Individuum 3,47, bei dem von 20 — 25 Jahren 3,73, bei dem von 25 — 30 Jahren 4,44 und bei dem von 30 — 50 Jahren 3,87 Herzschläge auf 1 Athemzug kommen. Es folgt hieraus, daß auf diese Weise die proportionelle Zahl der Herzschläge durchschnittlich bis zu 30 Jahren steigt, dann aber etwas sinkt, jedoch bis zu 50 Jahren noch ungefähr so hoch bleibt als sie zwischen 20 und 25 Jahren war. Dieses rührt davon her, daß bis zu 30 Jahren die Zahl der Athemzüge mehr als die der Pulsschläge abnimmt.

Die Beschleunigung oder Verlangsamung des Athmens kann durch sehr verschiedene Ursachen hervorgerufen werden. Ein Mensch z. B., welcher einen Berg besteigt, athmet mühsamer, weil er, wie wir früher (§. 88) sahen, behufs der Correction der Veränderung seines Schwerpunktes seinen Oberkörper nach vorn beugen muß und weil auf diese Weise, indem zugleich Gehbewegungen vollführt werden, die Thätigkeit seiner Athemmus-

---

[1]) Annales de Chimie et Physique. Troisième Série. Tome III. 1841. 8. p. 331.
[2]) Ebendaselbst p. 344.

keln auf bedeutendere Schwierigkeiten stößt. Aus ähnlichen Gründen verstärkt sich auch die Respiration eines Menschen, welcher läuft, springt, tanzt u. dgl. Allein selbst die Art der eingeathmeten Atmosphäre muß auf diese Verhältnisse einen wesentlichen Einfluß ausüben. Denn auf der Höhe der Alpen in jener ganz reinen und wohlthuenden Bergluft vollführen wir solche Anstrengungen weit leichter und ermüden viel später als im Thale oder in der Ebene. Bei der innigen gegenseitigen Beziehung, welche zwischen Circulation und Athmung Statt findet, vergrößert auch jede Vermehrung der Kreislaufsthätigkeit die Intensität des Athmens. Daher gehen immer eine verstärkte Zahl der Herzschläge und eine solche der Athemzüge einander mehr oder minder parallel. Aus ähnlichen Ursachen erhöhen aufregende Gemüthsaffecte Herzschlag und Athem, während niederdrückende beide herabsetzen. Je beschwerlicher aber die Respiration von vorn herein ist, um so intensiver werden Veränderungen der Art auftreten. Sie sind daher bei Schwindsüchtigen, bei Asthmatischen, bei Buckeligen verhältnißmäßig am stärksten.

Auf demselben Grundsatze beruht die Anwendung der sogenannten künstlichen Respiration. Stillstand des Athems ruft bald Lähmung des Herzens und umgekehrt der des Kreislaufes Aufhören der Respiration hervor. Wollen wir aber bei einem eben getödteten Thiere die Fortdauer des Kreislaufes und mit ihr die der Reizbarkeitserscheinungen verlängern, so brauchen wir nur den Athmungsmechanismus künstlich zu ersetzen und die gehörige Luftcirculation zu erhalten. Bei kleineren Säugethieren geschieht dieses am einfachsten dadurch, daß man eine starre oder elastische Röhre in die quer durchschnittene Luftröhre einbindet und mit dem Munde Luft ein- und auszieht. Bei größeren Geschöpfen bedient man sich am besten eines doppelten Blasebalges, der so eingerichtet ist, daß dessen beide Hälften eine entgegengesetzte Ventilation besitzen.

Die Verhältnisse des Nervensystemes zum Athmen, die Contractilitätserscheinungen der Lungen und die in Folge von Abnormitäten der letzteren bedingten asthmatischen Beschwerden werden in der Lehre von dem Nervenleben ausführlich betrachtet werden.

Mit dem Namen der Erstickung bezeichnen wir diejenige Todesart, 440
bei welcher der Mangel des Athmungsprocesses den Fortgang des Lebens aufhebt. Die Ursachen dieser Störung können mechanische oder chemische sein. Die mechanischen concentriren sich sämmtlich darauf, daß die Aspiration von neuer Luft in die Lungen unmöglich wird. Dieses kann z. B. durch Verschließung der Stimmritze, sei es in Folge von Krämpfen oder von eingekeilten festen Körpern, durch Unterbindung der Luftröhre, durch Lähmung der Athemmuskeln, durch Oeffnung des Thorax auf beiden Seiten u. dgl. bedingt werden. Die chemischen Ursachen des Erstickungstodes bestehen darin, daß das Blut wenig oder keinen Sauerstoff empfängt und mit Kohlensäure überschwängert wird. Man sieht aber leicht, daß jede mechanische Erstickung binnen Kurzem zu einer chemischen wird, daß aber nicht deshalb auch das umgekehrte Verhältniß Statt findet. Wird dem Organismus, bevor der Tod eintritt, Veranlassung gegeben, zu den normalen Respirationsbedingungen zurückzukehren, so geht die Athmungsnoth vorüber, und alle Gefahr kann wiederum gänzlich verschwinden. Legen wir bei einem Menschen, dessen Stimmritze aus irgend einer Ursache anhaltend verschlossen ist, eine Luftröhrenfistel an, so vermag das Leben jahrelang fortzubestehen. Bringen wir ein Individuum, welches in Gefahr ist, innerhalb einer kohlensäurereichen Atmosphäre zu ersticken, in reinere Luft, so stellt sich die normale Respiration, wenn der Schaden nicht zu tief eingegriffen, von Neuem wieder her.

Da die regelrechte Athmung und die Arterialisation des Blutes Cardinalbedingungen des Lebens sind, so giebt sich die Erstickungsgefahr augenblicklich durch heftige Symptome zu erkennen. Gesicht und Kopf füllen sich

mit viel Blut, welches bald dunkeler wird. Es entstehen Funkensehen, Ohrensausen, kalter Schweiß und höchste Athmungsnoth, so daß der Mensch in seiner Angst die ihm nahe liegenden Gegenstände fest umklammert oder sich ungeduldig hin und her wirft. Der schneller erfolgende Puls wird allmählig kleiner und zuletzt langsamer. Der Schweiß verbreitet sich bisweilen am ganzen Körper. Die Bewegungen des Brustkastens nehmen fortwährend an Heftigkeit zu. Die Bauchmuskeln klappen mit sichtlicher Verstärkung. Es entstehen mehr oder minder verbreitete Convulsionen, die z. B. bei Erhenkten so bedeutend werden können, daß sogar Verrenkungen einzelner Glieder erfolgen. Das Bewußtsein schwindet, und unter diesen Symptomen erreicht der Sturm das Maximum seiner Heftigkeit. Ist dieses Stadium überstanden, so neigt sich die Lebensflamme dem Erlöschen. Die Athemzüge erfolgen seltener, werden aber bedeutend tiefer. Wurden schon während der Zeit der Aufregung die Nasenlöcher stärker geöffnet, der Mund weiter aufgethan, so erscheinen diese Phänomene während der vereinzelten starken Inspirationen noch bedeutender. Bisweilen gesellt sich hierzu Schleimrasseln. Koth oder Urin oder beide gehen unwillkührlich ab. Die Augen werden convulsivisch verdreht. Einzelne krampfhafte Erschütterungen, Anfälle von Tetanus ergreifen den ganzen Körper. Der Herzschlag wird immer schwächer und schwächer, der Puls immer kleiner. Die Inspirationen erfolgen in größeren Zwischenräumen, oft erst nach so langen Pausen, daß man den Menschen schon für todt hält, ehe eine neue Einathmung auftritt. Endlich erlischt das Leben gänzlich und endigt bald unter den letzten heftigen Convulsionen bald ruhig, bald mit einer leisen Ausathmung, als würde durch diese der letzte Lebenshauch herausgeblasen. In der Leiche finden wir alles Blut dunkel gefärbt. Das rechte Herz, die Körpergefäße, die Lungen, das Gehirn sind mehr oder minder mit demselben überfüllt, und die Todtenstarre tritt häufig mit bedeutender Intensität hervor.

Um die Größe der Erstickungsnoth zu messen, kann man das Hämadynamometer in doppelter Beziehung gebrauchen. Entweder nämlich wird dasselbe in die Arterien eingeführt, während man die geöffnete Luftröhre mit einer durch einen Hahn verschließbaren Canüle versieht. Bei Versuchen der Art ergab sich, daß bei Hunden der Blutdruck in den Schlagadern während der ersten halben Minute seit dem Abschlusse des Lufteintrittes in die Lungen nur in sehr geringem Maaße verändert wird, daß er sich gegen Ende der ersten und im Anfange der zweiten Minute, wenn das Thier stärkere Convulsionen bekommt, vergrößert und sich, sobald es in Empfindungslosigkeit verfällt, noch bedeutender vermehrt. In den Venen, wie in der Jugular- oder der Schenkelvene, ist er dann noch eben so groß als während der natürlichen Athmung. Nur zuletzt bei eintretendem Tode sinkt er in beiderlei Gefäßstämmen immer mehr und mehr und hört am Ende gänzlich auf (Reid) [1]. Oder man kann nach einer zweiten Methode das Hämadynamometer ebenfalls anwenden, um die Intensität der Athmungsnoth zu messen. Man versieht das Ansatzstück desselben mit einem passenden elastischen Katheter, legt die Luftröhre bloß, führt um sie eine Ligatur herum, durchschneidet sie, setzt den Katheter so ein, daß er nach den Lungen hin gerichtet ist und bindet ihn fest. Das Thier hat dann nur die wenige Luft,

---

[1] J. Reid On the Ordre of Succession, in which the vital Actions are arrested in Asphyxia. Edinburgh. 1842. 8. Froriep's neue Notizen. August 1842. Nr. 492. S. 185 fgg.

welche über dem Quecksilber in dem kürzeren senkrechten Schenkel und in der horizontalen Röhre des Instrumentes steht, zur Disposition. Es schwängert dieselbe bald mit Kohlensäure und erstickt daher früher oder später. Die Schwankungen der Mercursäule belehren uns dann durch diesen hämadynamometrischen Asphyrieversuch über die Intensität des Athmungsprocesses während der verschiedenen Zeiten der Erstickung.

Indem ich eine Reihe hierher gehörender Beobachtungen an einem anderen Orte mittheilen werde, gebe ich nur vorläufig als Beispiel dieser Studienweise eine Erfahrung, welche an einem Kaninchen von 1039,6 Grm. Körpergewicht angestellt worden. Die Luftröhre hatte 5¾ Millimeter im Durchmesser. Die Menge der disponiblen athembaren Luft betrug 0,85 pariser Cubikzoll. Seit dem Einführen des Hämadynamometers in die Trachea bis zum letzten Athemzuge verstrichen 3 Minuten 35 Secunden. Durch unmittelbare Ablesung an dem Instrumente ergaben sich folgende Werthe:

Zeit.	Höhe der einfachen Quecksilbersäule in Millimetern.	
	Inspiration.	Exspiration.
Erste halbe Minute	— 20	+ 20
	— 10	+ 10
	— 20	+ 20
Zweite halbe Minute	— 20	+ 20
	— 25	+ 20
	— 40	+ 40
	— 25	+ 25
Dritte halbe Minute	— 25	+ 25
	— 30	+ 30
	— 50	+ 50
	— 30	+ 30
	— 20	+ 20
	— 25	+ 25
	— 40	+ 40
	— 30	+ 30
	— 30	+ 30
Vierte halbe Minute	— 25	+ 25
	» »	+ 5
Fünfte halbe Minute	» »	+ 30
	— 20	+ 20
	— 20	+ 20
Sechste halbe Minute . . .	— 5	+ 5
	— 15	+ 15
	» »	+ 5
Siebente halbe Minute . . .	» »	+ 3
	» »	+ 2

Ziehen wir von halber zu halber Minute das Mittel und verdoppeln, um die wahren Druckgrößen zu haben, die gefundenen Werthe, so ergiebt sich:

Zeit.	Hydrostatischer Ausathmungsdruck in Millimetern Quecksilber.	
	Inspiration.	Exspiration.
Erste halbe Minute	— 33,32	+ 33,32
Zweite halbe Minute	— 55,00	+ 52,50
Dritte halbe Minute	— 62,22	+ 62,22
Vierte halbe Minute	— 50,00	+ 30,00
Fünfte halbe Minute	— 26,66	+ 46,66
Sechste halbe Minute . . .	— 13,32	+ 16,66
Siebente halbe Minute . . .	» »	+ 5,00

Zuvörderst muß für die Beurtheilung dieses Versuches bemerkt werden, daß Säugethiere am Pneumatometer im Wesentlichen dieselben hydrostatischen Druckwerthe für die ausgeathmete Luft wie der Mensch angeben, daß also in dieser Hinsicht wahrscheinlich dasselbe Gesetz, welches schon Poiseuille für den Blutdruck beobachtete, seine Anwendung findet. Auch die Athmungswerkzeuge sind vermuthlich so äquilibrirt, daß bei dem Menschen und verschiedenen Säugethieren der hydrostatische Ein- und Ausathmungsdruck wesentlich derselbe ist und daß daher die absoluten Druckwerthe einzig und allein je nach den wirkenden Oberflächen schwanken. Bei Einführung des Hämadynamometers in die Luftröhre wird schon die Athmung unregelmäßig und der Druck größer als gewöhnlich. Aus diesem Grunde erhielt wahrscheinlich Cagniard-Latour, wenn er bei Personen, welche Luftröhrenfisteln hatten, Manometer einbrachte, bedeutendere Druckwerthe (2 — 3 Centimeter Quecksilber), als sich nach den obigen Pneumatometerzahlen (§. 414) ergeben.

Die vorletzte Tabelle zeigt uns, daß in der ersten halben Minute Ein- und Ausathmung dieselben blieben, jedoch beiderseits etwas erhöht waren. In der zweiten halben Minute nahmen beide Momente zu und erreichten in der dritten halben Minute ihr Maximum, so daß sogar die Druckwerthe bis zu 10 Centimeter Quecksilber stiegen. Nach Beendigung dieses mit heftigen Krämpfen verbundenen Sturmes sanken sie in den nachfolgenden Minuten nicht nur immer bedeutender, sondern es stellten sich auch Ungleichheiten zwischen In- und Exspiration ein. Die Einathmungen fehlten endlich gänzlich, und das Leben schloß mit äußerst schwachen Exspirationen. Dieses ist jedoch nicht immer der Fall. Im Gegentheil zeigten sich zuletzt bei anderen Versuchen kaum wahrnehmbare Einathmungen. Die zweite Tabelle giebt, wie man leicht sieht, über den Gang des Erstickungstodes einen noch übersichtlicheren Aufschluß.

Ausdünstung.

441 Derselbe Wechsel, welcher in den Lungen zwischen der eingeathmeten Luft und dem Blute zur Erscheinung kommt, muß sich überall wiederholen, wo das letztere an Flächen, die an Gase grenzen, vorbeiströmt. Die Luft wird sich, sofern sie nicht schon mit Wasserdampf gesättigt ist, mit diesem ihrer Temperatur entsprechend möglichst schwängern. Es muß auf gleiche Weise eine Diffusion zwischen den Gasen des Blutes und den angrenzenden elastisch flüssigen Substanzen Statt finden. Man bezeichnet diesen Proceß mit dem Namen der Ausdünstung oder Transspiration und nennt daher auch bisweilen vollkommen richtig den Hergang,

welcher in den Lungen Statt findet, die Lungenausdünstung. Von inneren Theilen werden vorzüglich der Nahrungsschlauch, sofern er mit Luftarten gefüllt ist, Erscheinungen der Art darbieten. Ein Austritt von Wasserdämpfen wird hier in der Regel nicht Statt finden, weil die Gase, welche in dem Darme enthalten sind, schon mit Wasserdampf bei 37°,5 C. gesättigt sind. Nur die in die Mund-Rachenhöhle eingezogenen Luftarten werden eine solche Saturation vornehmen können. Dagegen werden sich wahrscheinlich die Kohlensäure, der Wasserstoff, der Kohlenwasserstoff, welche als Gase der verschiedenen Darmtheile auftreten, mit den Luftarten des Blutes diffundiren. Jedoch fehlen hierüber noch nähere Untersuchungen. Aehnliche Phänomene müssen in geringem Maaße in der Nasenhöhle, den Eustachischen Trompeten, dem äußeren Gehörgange, der Scheide u. dgl. auftreten.

Das Hauptrevier für diese Ausdünstungserscheinungen bildet aber die 442
äußere Haut, welche fortwährend mit der Atmosphäre in Berührung ist und deren Blutgefäße daher Wasser in Dampfform abgeben. Man spricht deshalb auch vorzugsweise von der Hautausdünstung, welche man fast ausschließlich neben dem Athmungsprocesse oder der Lungenausdůnstung als den alleinigen Evaporationsweg ansieht. Befestigt man um den Arm einen Glascylinder hermetisch, so sättigt sich bald die in ihm enthaltene Luft mit Wasserdampf. An den Wänden des Gefäßes wird sie abgekühlt, und das Wasser condensirt sich zu einzelnen Tropfen. Auf solche Weise kann innerhalb 5 bis 6 Stunden ein Eßlöffel Flüssigkeit gesammelt werden. Diese trübt Kalkwasser, giebt mit Schwefelsäure verdunstet und mit kaustischem Kali versetzt Salmiakkrystalle und mit Bleioxyd digerirt und mit Schwefelsäure befeuchtet saure Dämpfe von Essigsäure (Anselmino). Sie enthält daher Kohlensäure, Chlorammonium und essigsaueres Ammoniak. In welcher Art der Diffusionsproceß an der Haut vor sich gehe, bedarf noch genauerer Prüfungen. Jedenfalls wird Kohlensäure ausgeschieden und wahrscheinlich dafür Sauerstoff aufgenommen. Nach den Angaben von Collard de Martigny, welche jedoch noch in sehr hohem Grade in Zweifel gezogen werden müssen, soll auch Wasserstoff und Stickstoff auf diese Weise entfernt werden.

Zwei Momente werden die Ausdünstung an der äußeren Haut verhältnißmäßig geringer als in den Lungen erscheinen lassen: 1) enthält die Haut weniger Blut, jedoch proportionell viel Ernährungsflüssigkeit und 2) ist die Oberhaut dichter als das Flimmerepithelium der Lungen. Auch die Verhältnisse der Wasserausdünstung sind verschieden. Natürlicher Weise wird auch unsere Haut wenig Wasserdämpfe entlassen können, wenn die uns umgebende Atmosphäre mit Wasser gesättigt ist. Sie wird nur so viel Wasser zu liefern vermögen, als die angrenzende Luftschicht mittelst ihrer momentanen Erwärmung noch aufzunehmen vermag. Da nun aber die Temperatur der äußeren Haut in der Regel unter 37°5 C. steht, so wird selbst in den günstigsten Fällen bei totalem Mangel aller Luftströmungen weniger Wasser als durch die Lungen abgehen. Bei starkem Luftwechsel streichen häufigere Ströme von Atmosphäre vor der Haut vorbei, und hierdurch wird eher eine stärkere Wasserausdünstung begünstigt werden. Eben so müssen in dieser Hinsicht die Kleider, je dichter sie schließen, um so hemmender wirken. Man sieht aber hieraus, daß die Werthe des durch die Haut abgehenden Wassers noch weit größeren Schwankungen als die Quantitäten, welche durch die Lungen entfernt werden, unterworfen sind.

443 Ueber die Mengen von Stoffen, welche durchschnittlich in der Hautausdünstung enthalten sind, fehlen sichere Untersuchungen fast gänzlich. Indem wir auf diejenigen Forschungen, welche die sogenannte Perspiration oder die allen Excreten angehörenden Substanzen betreffen, in der Lehre von der Ernährung zurückkommen, müssen hier die vereinzelten Erfahrungen, welche die Hautausdünstung allein erörtern, erwähnt werden. Lavoisier und Seguin[1]) gaben nach ihren früheren Beobachtungen an, daß ein erwachsener Mensch täglich im Mittel 30 französische Unzen oder 1,836 schweizer Pfund oder 918 Grm. durch seine Haut Ausdünstungsmaterie entferne. Da nun nach denselben Forschern die Menge dessen, was durch die Lungenathmung davon geht, 15 Unzen betragen soll, so müßte nach dieser Angabe die Proportion der Hautausdünstung zu der der Lungenausdünstung = 2:1 sein. Offenbar ist jedoch dieses Verhältniß nicht richtig. Denn unmöglich kann durch die Hauttransspiration mehr als durch die Thätigkeit der Lungen austreten. Jene muß vielmehr nur einen aliquoten relativ geringen Theil der Producte des Athmungsprocesses darstellen.

Zu diesen Versuchen diente Seguin selbst. Er zog ein mit Gummi übertünchtes Taffetkleid, welches weder Luft noch Feuchtigkeit hindurchließ, an. Dieses wurde über dem Kopfe fest zusammengebunden. Eine an die Umgebungen des Mundes luftdicht angefügte Röhre machte es möglich, daß die Respiration ungehindert von Statten ging und daß die Producte dieses Processes vollständig aus dem Körper entfernt wurden. Wurde nun Seguin unmittelbar, nachdem er sein Kleid angezogen und kurze Zeit vor dem Ablegen desselben gewogen und kannte man das Zeitintervall zwischen beiden Bestimmungen, so hatte man das Quantum, welches innerhalb einer bestimmten Zeit durch die Lungen davonging. Wiederholte man denselben Versuch bei nacktem Körper, so erhielt man den Verlust durch Lungen- und Hautausdünstung zugleich. Waren beide Werthe auf dieselbe Zeiteinheit reducirt, so fand man durch Subtraction der ersteren Versuchszahl von der zweiten die Quantität, welche der Hautausdünstung angehörte. Aus welchem Grunde jene offenbar irrthümlichen Werthe erhalten wurden, läßt sich kaum mit Bestimmtheit angeben, da die Mittheilung der Detailserfahrungen durch Lavoisier's Hinrichtung unterbrochen wurde. Bei einem so äußerst genauen und genialen Forscher, als Lavoisier war, läßt sich kein so großer Beobachtungsfehler voraussetzen. Gerade die beiden Athmungsabhandlungen[2]) dieses eminenten Forschers zeigen, wie sehr ein Genie erster Größe seiner Zeit voraneilen kann. Die erst in neuester Zeit wieder aufgenommenen Sätze, daß der Verbrennungsproceß des Körpers die Hauptursache der Wärme desselben sei, daß die eingeathmete Luft bis zur Höhe der letzteren temperirt und mit Wasserdampf gesättigt werde u. dgl. hat schon Lavoisier mit einer Klarheit und Schärfe dargestellt, welche seine Mittheilungen eben so bewundernswerth als heute noch lehrreich machen.

444 Ueber die Quantität von Kohlensäure, welche durch Lungen- und Hautausdünstung zugleich davongehen, hat Scharling eine ausführliche Reihe von Untersuchungen angestellt. Die Endresultate dieser Forschungen sind in der folgenden Tabelle zusammengetragen. Da Scharling aus den schon früher (§. 432) angeführten Gründen die Menge von Kohlenstoff, welche auf diese Weise austritt, allein angiebt, so habe ich hieraus die Quantitäten von Kohlensäure berechnet und zu bestimmen gesucht,

---

[1]) Mémoires de l'Académie des sciences. Année 1790. Paris. 1797. 4. p. 609.

[2]) Mémoires de l'Académie des sciences. Années 1789. Paris. 1793. 4. p. 566, und Année 1790. Paris. 1797. 4. p. 601.

wie viel von dieser und von Carbon auf 1 Grm. Körpergewicht komme. Streng genommen gleicht 1 Copenhagener Pfund, welches Scharling seinen Bestimmungen des Körpergewichtes zum Grunde legte, 499,322 Grm. (Baumgartner). Allein der Einfachheit wegen habe ich es = 1 schweizer Pfund = ½ Kilogr. gesetzt.

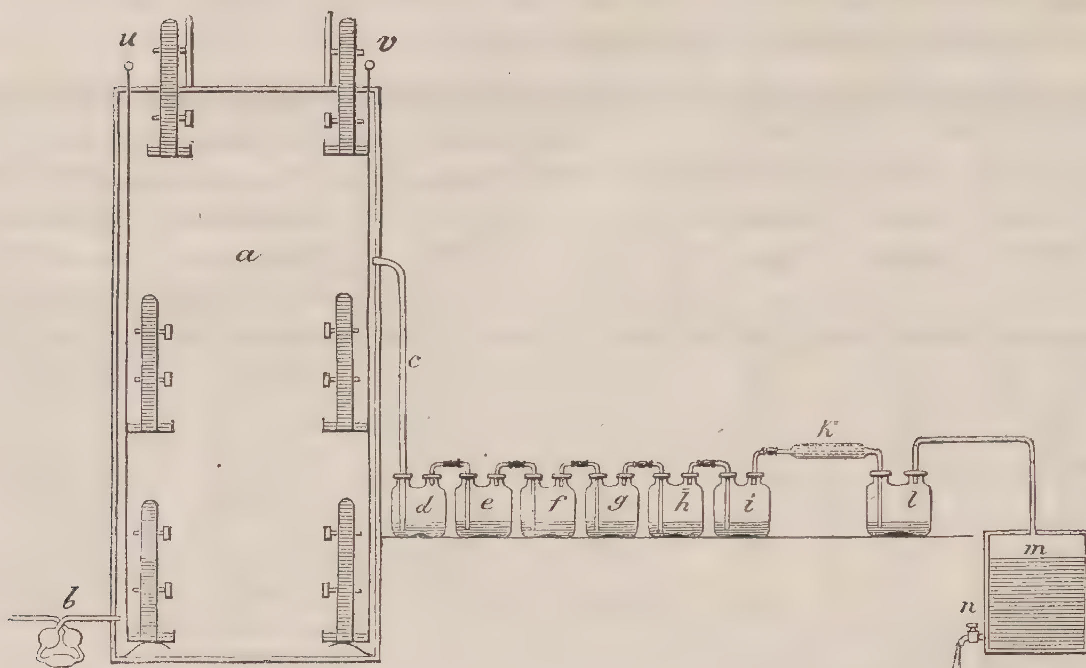
Individuum.	Alter in Jahren.	Körpergewicht in Kilogr.	In Grammen ausgedrückte Menge von Kohlensäure.	Carbon.	Kohlensäure. für 1 Grm. Körpergewicht.	Kohlenstoff für 1 Grm. Körpergewicht.
Knabe . .	9¾	22	488,129	133,126	0,022187	0,006051
Mädchen	10	23	459,874	125,420	0,019994	0,005453
Jüngling	16	57¾	822,690	224,370	0,014246	0,003885
Magd . .	19	55¾	608,215	165,877	0,010909	0,002975
Mann . .	28	82	878,951	239,714	0,010718	0,002923
Mann . .	35	85½	804,723	219,470	0,009412	0,0025670

Zuvörderst sehen wir hieraus wiederum, daß zwar die Menge der ausgeschiedenen Kohlensäure mit den Jahren bis zu dem mittleren Lebensalter steigt, daß sie sich aber nichts desto weniger allmählig verkleinert. Da aber Scharling überdies die von ihm zu diesen Beobachtungen gebrauchten Individuen unter sehr verschiedenen Körperzuständen prüfte, so gelangte er zu einer Reihe von Resultaten, welche theils früheres bestätigen, theils dasselbe erweitern. Hiernach erscheint die am Tage davongehende Kohlensäuremenge bedeutend größer als diejenige, welche des Nachts geliefert wird. Die hierfür bei jenen 6 Individuen gefundenen Proportionszahlen schwanken zwischen 1:1,225 und 1:1,42. Hunger und Ruhe vermindern, Sättigung und Arbeit vergrößern die Quantität der Ausscheidung. Eben so ist sie bei Männern bedeutender als bei Frauen. Bei einem und demselben Individuum endlich kann die absolute Zahl derselben dergestalt schwanken, daß sich das Minimum zu dem Maximum = 1:1,5 bis 1:1,74 verhält.

Der Apparat, dessen sich Scharling bei diesen Beobachtungen bediente, findet sich in den Annalen der Pharmacie Bd. XLV. 1843. S. 218 ausführlich beschrieben. Hier gebe ich nur eine ergänzende Linearzeichnung, welche mir von diesem Chemiker durch die gütige Vermittelung von Hannover gefälligst mitgetheilt worden. Der Mensch befindet sich in einem 1 Cubikmeter haltenden, luftdicht verschlossenen Kasten a, der einerseits durch einen Liebig'schen Kaliapparat b und anderseits durch eine Abzugsröhre c geöffnet ist. Die letztere verbindet sich mit einer Flasche mit Schwefelsäure d. Auf diese folgen vier Flaschen mit kaustischem Kali e, f, g und h. Dann kommt wiederum eine solche mit Schwefelsäure i und nach dieser eine Röhre mit Kali k und zuletzt eine Flasche mit Kalkwasser l. Die letztere steht mit einem Fasse m, welches mit Wasser gefüllt ist, einen Hahn n hat, und als Aspirator wirkt, in Verbindung. Ist nun der letztere in Thätigkeit, so tritt die Atmosphäre durch den Kaliapparat b ein und verliert hier ihre Kohlensäure. Anderseits geht sie durch die Röhre c heraus und giebt ihr Wasser in d, ihre Kohlensäure dagegen in e, f, g, h ab. In i wird ihr von neuem der Wasserdampf, den sie in e, f, g und h erhalten, entzogen, so daß das Kali in k und das Kalkwasser in l als

Probe dienen können, ob nicht alle Kohlensäure von e, f, g und h aufgefangen worden. Um endlich die Kohlensäuremenge, welche sich am Anfange und am Schlusse eines jeden

Fig. 26.



Versuches im Kasten befand, zu bestimmen, dienten 6 graduirte und mit Quecksilber gefüllte Glasröhren, welche in dem Kasten eingeschlossen waren und mittelst eines eigenen Mechanismus u und v von außen umgestürzt werden konnten. Auch wurde die Luft vor der Untersuchung im Innern des Kastens gefächelt, um sie noch gleichförmiger zu mischen.

Vergleichen wir die von Scharling erhaltenen Werthe mit denen, welche sich sowohl aus den Untersuchungen von Andral und Gavarret als von Brunner und mir ergaben, so sehen wir, daß die Größen, welche der Erstere erhalten hat, um ziemlich vieles kleiner ausfallen. Denn während z. B. nach Scharling im Maximum für einen Erwachsenen und zwar für Lungen- und Hautausdünstung zugleich 239,714 Grm. Carbon für 24 Stunden kommen, haben Andral und Gavarret für die Lungenausdünstung allein im Mittel 292,80 Grm. Mithin verhält sich der größte Werth von Scharling schon zu der Durchschnittszahl von Andral und Gavarret = 1 : 1,226. Dieser Unterschied liegt vielleicht zu einem Theile darin, daß man bei künstlichen Respirationsapparaten, sobald man weiß, daß die Resultate der Aushauchung controlirt werden, und wenn die geringste Aufregung, das mindeste Hinderniß vorliegt, intensiver athmet. Wie sehr dieses begründet sei, erhellt schon aus den früher erwähnten Erfahrungen. Nehmen wir z. B. an, daß ich, wie sich aus den bei dem Athmen dargestellten Beobachtungen ergiebt, bei einem Barometerstande von 715 Millimeter und bei 18° C. in 100 Cub. Cent. ausgeathmeter Luft 4,456 Cub. Cent. Kohlensäure entferne, so werden diese 0,0077509 Grm. wiegen. Sie enthalten 0,0021139 Grm. Carbon. Nun haben wir früher gesehen, daß ich in der Minute bei ganz ruhigem Athmen 5372,7 Cub. Cent., bei möglichst angestrengter Respiration 10403,5 Cub. Cent. und im Durchschnitt 6623,2 Cub. Cent. ausathmete. Dieses giebt für 24 Stunden 163,546 Grm. bis 316,685 Grm., im Mittel 201,612 Grm. Carbon. Natürlicher Weise wird kein Mensch ein so angestrengtes Athmen, wie das Maximum beträgt, 24 Stunden lang fortsetzen. Eben so wenig können wir uns an das Minimum halten, weil im Laufe eines Tages zu einzelnen Zeiten viele den Respirationsproceß aufregende Momente, wie das Essen, Gehen, Sprechen u. dgl. eintreten. Nehmen wir aber das Mittel, so kann es wohl mit den Scharling'schen Daten in Harmonie gebracht werden. Ich wiege 54 Kilogr., also beinahe so viel, als das 16jährige Individuum in den Versuchen des dänischen Chemikers. Dieses lieferte 224,370 Grm. Folglich blieben bei mir, wenn wir die Processe für uns beide gleich setzen, 224,370 — 201,612 = 22,758 Grm. oder ungefähr $\frac{1}{10}$ der Gesammtmenge

des Carbon und der Kohlensäure für die Hautausdünstung. Es ist daher wohl denkbar, daß ein großer Theil der Differenz auf der so schwierigen richtigen Reduction auf 24 Stunden beruhe. Ob sie jedoch auch noch in anderen Verhältnissen und vorzüglich in den Apparaten und den Berechnungen der Resultate begründet sei, muß die Zukunft entscheiden.

Nach Jürine soll die Menge von Kohlensäure, welche von den verschiedenen Stellen der äußeren Hautoberfläche geliefert wird, verschieden ausfallen. Es sei nämlich in der Luft, welche sich eine Zeit lang in der Umgebung der Achselhöhle befunden hatte, eine größere Menge jenes Gases als in der den Unterleib berührenden Atmosphäre vorhanden. Auch diese noch problematische Angabe muß der Entscheidung künftiger Forschungen vorbehalten bleiben.

Es scheint kaum einem Zweifel zu unterliegen, daß auf gleiche Art, 445
wie durch den Athem, so auch durch die Hautausdünstung flüchtige organische Stoffe davongehen. Schon der Geruch, welchen viele Menschen verbreiten, dürfte hierfür sprechen. Personen mit feinerem Geruchsorgan haben nicht selten bei der Annäherung einzelner Individuen bestimmte meist unangenehme und charakteristische Riechperceptionen. Diese erscheinen bei einzelnen Krankheiten, wie z. B. den Blattern und anderen ansteckenden Hautausschlägen, mit solcher Intensität, daß sie auch minder sensiblen Personen sogleich auffallen. Hierher gehören ferner die Gerüche, welche sich in Folge von allgemeinen oder localen, vorzüglich Achsel- und Fußschweißen verbreiten. Selbst manche Leichname, die z. B. aus Räumen, in denen viele Menschen eng zusammenlebten, z. B. aus dicht gefüllten Hospitälern, Gefängnißanstalten u. dgl. kommen, besitzen bisweilen einen so specifischen Geruch, daß sie von eingeübten Personen schon hierdurch allein erkannt zu werden vermögen. Auch vermittelst einzelner Absonderungsproducte können ähnliche Resultate bedingt werden. Denn aus ihnen gehen leicht flüchtige organische Substanzen davon und rufen specifische Gerüche hervor. Abgesehen von solchen Producten, welche durch ihre fäulnißartige Umsetzung oder ihre eiterartige, fettige oder anderweitige Beschaffenheit eigenthümlich riechen, können auch für die übrigen Menschen scheinbar inodore Secrete für einzelne Individuen leitend werden. Es giebt z. B. Personen, die es sogleich durch den Ausdünstungsgeruch wahrnehmen, ob sich eine menstruirende Frau in ihrer Nähe befindet oder nicht. Der Geruch der Wöchnerinnen fällt den Meisten auf.

So bestimmt aber diese flüchtigen Substanzen, welche sich aus dem Körper entfernen, unmittelbar wahrgenommen werden, so sehr entgeht uns noch alle Kenntniß der chemischen Beschaffenheit derselben. Wurde der Arm eines Mannes, ohne daß er die Wände desselben berührte, in ein Glas eingeschlossen, so condensirte sich der von der Hautoberfläche abgehende Wasserdunst nach einiger Zeit an den Wandungen. Außer der Kohlensäure, welche sich in dieser Flüssigkeit erwarten ließ, sollen auch Salmiak und ein essigsaures Salz in derselben vorhanden gewesen sein. (Anselmino).

Mit der Beurtheilung dieser Ausdünstungsgerüche in einzelnen Krankheiten ist zwar offenbar in der Medicin sehr viel Spiel, wo nicht zum Theil Charlatanerie getrieben worden. In früheren Zeiten suchte man sogar einer großen Reihe von Leiden, vorzüglich

contagiöser Natur, eigenthümliche Ausdünstungsgerüche zuzuschreiben [1]), ohne immer den Einwirkungen einer zu lebhaften Phantasie oder den Nebenumständen Rechnung zu tragen. Allein jedenfalls müssen wir in dieser Beziehung nur sehr behutsam urtheilen, weil das Geruchsorgan einzelner Menschen eine fast unglaubliche Schärfe erreichen kann. Bekanntlich beriechen einzelne Wilde, gleich den Hunden, den Weg, welchen Personen vor Stunden gegangen, um so zu ermitteln, wohin sich ihre Feinde begeben. Auch unter civilisirten Personen finden sich einzelne auffallende Beispiele der Art.

Auf ähnliche Weise, wie manche todte organische Substanzen, wie z. B. Baumwolle, Tuch u. dgl. Riechstoffe sehr leicht aufnehmen und hartnäckig zurückbehalten, so wäre wenigstens das Analoge, wenn auch in geringerem Grade, bei lebenden Menschen möglich. Ob dieses wahrhaft bei Personen, welche eng beisammen oder sehr schmutzig leben, der Fall ist, oder ob die unangenehme Ausdünstung, welche sie verbreiten, nur von den Kleidern und den ihrem Körper anhaftenden Substanzen herrühre, steht dahin.

446 Außer den eben erörterten gasförmigen Ausscheidungen ist die Haut noch im Stande, tropfbar flüssige Producte und Mischungen von solchen und festen Substanzen zu liefern. Hierher gehören der Schweiß, die Hautschmiere und die Epidermidalabschuppung. Diese Verhältnisse werden in den über die Absonderungen und die Ernährung handelnden Abschnitten erläutert werden. Dorthin gehören auch die Folgen der plötzlichen Abkühlung der Körperoberfläche oder der Erkältung.

447 Gleich den inneren Membranen unseres Körpers kann endlich auch die äußere Haut nicht bloß Substanzen abgeben, sondern selbst solche von außen aufnehmen. So lange die Oberhaut vollständig und trocken ist, schützt sie als Horngebilde die unter ihr liegenden Theile vor allem Einflusse von Stoffen, für welche sie nicht permeabel ist d. h. also vor allen nicht gasförmigen Substanzen, die durch ihre Poren und Spalten hindurch zu dringen außer Stande sind. Ist dagegen die Epidermis durchweicht oder mangelt sie gänzlich, so werden tropfbare Körper nach den Gesetzen der Endosmose und der chemischen Verwandschaft einwirken. Während daher z. B. Oele von dem Blute und der Ernährungsflüssigkeit der darunter liegenden Theile nicht angenommen werden, muß sich in Betreff des Wassers ein complicirteres Verhältniß gestalten. Diese Flüssigkeit wird zwar diejenigen organischen Theile des lebenden Körpers, mit welchen sie in Berührung kommt, so weit es angeht, ausziehen. Allein der hierdurch bedingte Verlust wird mehr als hinreichend dadurch compensirt werden, daß sich das Blut und die Ernährungsflüssigkeit auf Kosten des Wassers möglichst zu verdünnen suchen. Daher wir auch immer nach einem Wasserbade an Körpergewicht zunehmen und auf diesem Wege selbst unseren Durst zu stillen oder wenigstens zu vermindern im Stande sind. Enthält das Wasser Substanzen aufgelöst, so werden diese, sofern sie die Haut durchdringen können, ebenfalls aufgenommen. Daher wir in Krankheiten mit Nutzen Alkalien, kohlensaure Alkalienverbindungen, Eisensalze u. dgl. den Bädern hinzufügen.

Ueber die Zunahme des Körpergewichtes durch einfache Bäder hat Berthold [2]) eine Reihe belehrender Beobachtungen geliefert. In zwei Versuchen, bei welchen die

---

[1]) Ueber diese Gerüche s. Stark allgemeine Pathologie. Leipzig. 1838. 8. S. 368 und 1126.

[2]) Müller's Archiv. 1838. S. 177—81.

Badezeit ¼ Stunde dauerte, gewann dieser Forscher, dessen Körpergewicht zwischen 113 und 114 Pfund schwankte, nach Hinzurechnung der geschätzten Perspirationswerthe 4 ʒ 45 Gr. und 4 ʒ 36 Gr. In einer dritten Erfahrung, in welcher das Baden ¾ Stunden währte, ergaben sich 1 ℥ 4 ʒ 35 Gr. und in einem vierten Experimente nach einem 1stündigen Bade 1 ℥ 7 ʒ 30 Gr. Vgl. auch später den von der Ernährung handelnden Abschnitt.

Mit Recht gebrauchen wir als Aerzte die Bäder, um vermöge der Aufsaugungskraft der Haut Medicamente in das Innere des Körpers einzuführen. Allein bei diesem Verfahren dürfen wir nie vergessen, daß nur permeable Substanzen aufgenommen werden können. Wenn daher z. B. manche Praktiker abzehrende Kinder in recht fetter Fleischbrühe baden lassen, so beruht eine solche Vorschrift auf einem Mißverständnisse. Das Fett ist hier keine Substanz, welche resorbirt zu werden vermag. Nur die im Wasser löslichen Stoffe des Fleisches können möglicher Weise einen Dienst leisten.

Absonderung.

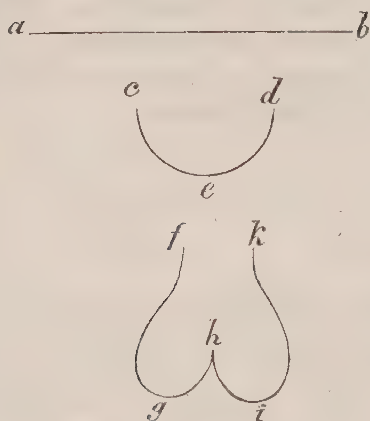
Absonderung (Secretio) im eigentlichen Sinne des Wortes ist derjenige Proceß unseres Körpers, durch welchen tropfbar flüssige Substanzen aus dem Blute nach freien Oberflächen austreten. Die hierbei zu mannigfaltigen eigenthümlichen Producten verbundenen Educte heißen Absonderungen, Absonderungs- oder Secretionsproducte, Secrete (Secreta). Zu diesen gehören z. B. die Hautschmiere, der Schleim, die Thränen, der Speichel, die Galle, der Harn, der Saamen u. dgl. Die meisten Secrete werden in besonderen Organen, in den absondernden Drüsen erzeugt. Diese bestehen im Wesentlichen aus einfachen oder verwickelten, nach der einen Seite hin blind endigenden, nach der anderen offenen, von Blutgefäßen umsponnenen Schläuchen, welche in den röhrigen Drüsen sehr lang und schmal, jedoch wenig verzweigt sind, in den baumförmigen oder massigen dagegen zahlreiche Verästelungen bei größerer Kürze ihrer Einzelpartheieen darbieten. Alle Secrete aber bleiben nicht an denjenigen Stellen, an welchen sie entstanden sind, ruhig liegen, sondern werden in centripetaler Richtung, d. h. von den blinden Anfängen der Drüsenschläuche nach dem Hauptausführungsgange hin weiter gefördert und treten endlich auf diese Weise aus dem Gebiete der Drüse heraus, um entweder in ein anderes Organ überzugehen oder an die äußere Oberfläche unseres Körpers zu gelangen oder selbst von dieser fortgestoßen zu werden. Diese Wanderung des Absonderungsproductes nach einem ihm ursprünglich fremden Orte heißt Aussonderung oder Excretion (Excretio). Mit der Benennung der Ausscheidung aber bezeichnet man bald den Austritt von Stoffen aus dem Blute, bald dagegen einzelne Aussonderungsprocesse. Die Absonderung beruht auf einem physikalisch-chemischen Hergange. Der Aussonderungsproceß dagegen bildet einen mechanischen Act, zu dessen Vollführung sehr oft lebendige Zusammenziehungserscheinungen contractiler Fasern in Anspruch genommen werden. 448

Da zur Absonderung eine freie Oberfläche, welche das Secret aufnimmt, gehört, da sie sogar erst die Möglichkeit des Secretionsprocesses überhaupt bedingt, so kann kein Absonderungsorgan bestehen, ohne daß an ihm oder in ihm gewisse Räume zur Aufnahme der Absonderungsflüssig- 449

keit existiren. Unter sonst gleichen Verhältnissen der Menge, der Druckgröße und der Geschwindigkeit des Blutes, welches durch einen Apparat der Art strömt, so wie unter denselben Nebenmomenten überhaupt wird die Menge des hervortretenden Secretes der Größe der Absonderungsfläche proportional sein.

450 Um aber größere Oberflächen ohne zu bedeutende Raumausdehnung herzustellen, bedient sich die Natur des einfachsten hierbei möglichen Principes. Eine Linie a b wird eine kürzere longitudinale Wegstrecke zurücklegen, wenn sie nicht eben ausgebreitet, sondern kreisförmig wie c d e eingelegt ist. Bildet sie mehrere Ausbeutelungen der Art, wie z. B. f g h i k, so wird dieses in noch höherem Maaße eintreten. Was aber für die Linie gilt, läßt sich natürlicher Weise auch auf die Fläche übertragen. Eine Secretionsfläche wird daher durch Einbuchtung, dadurch, daß sie eine blinde Grube, eine blind endigende einfache oder verzweigte, glattwandige oder an ihren Wänden ausgebeutelte Röhre darstellt, weniger Volumensraum einnehmen, als wenn sie geradflächig ausgebreitet wäre und neben sich das für die Aufnahme des Secretes nothwendige Spatium besäße. Hieraus erhellt aber, weshalb die Elemente jeder absondernden Drüse mehr oder minder eigenthümliche, an einer Seite blind geschlossene, an der anderen offene Schläuche darstellen.

Fig. 27.



Gesetzt aber, 1 Quadratlinie Durchschnitt der Drüsenmasse habe 10 solcher Drüsenschläuche von $1/_{10}$ Quadratlinie Querschnitt, so wird, wie von selbst erhellt, bei gleicher Länge die Absonderungsfläche von dieser zusammen genommen kleiner sein als wenn 20 Röhren, von denen jede $1/_{20}$ Linie Durchschnitt hätte, existirten. Hieraus folgt, daß eine Drüse, welche möglichst viele kleine auf einen engen Raum zusammengesetzte Drüsenschläuche besitzt, mehr Secretionsfläche, als wenn sie größere Röhren hätte, darbietet. Es nimmt daher die Größe dieser Fläche mit der Theilung der Drüsengänge zu und erreicht in den baumförmig verästelten Drüsenröhren an den blinden Enden oder Anfängen ihr relatives Maximum. Wenn daher 1 Cubikzoll Pancreas mehr Endköpfchen als 1 Cubikzoll Parotis enthält, so läßt sich hieraus schließen, daß die Bauchspeicheldrüse eine relativ größere Secretionsoberfläche als die Ohrspeicheldrüse habe. Bei den röhrigen Drüsen wird ein Theil, dessen Drüsenschläuche schmaler und dagegen für das gleiche Volumen in desto zahlreicherer Menge vorhanden sind, mehr Absonderungsfläche als im umgekehrten Falle besitzen. Aus diesem Grunde muß also die Rindensubstanz der Niere vor der Marksubstanz derselben, der Hoden vor dem Nebenhoden im Vortheil sein. Diese Vergrößerung wird aber um so bedeutender ausfallen, je stärker sich die feineren Drüsenschläuche in einander drängen und durch ihre gegenseitigen Windungen jeden disponiblen Raum benutzen. Je mehr dagegen von dem Volumen einer Drüse durch fremdartige Massen

verzehrt wird, um so mehr möglicher Secretionsfläche geht auch hierdurch verloren. Die letztere ist daher verhältnißmäßig geringer in der Prostata als in dem gleichen Volumen der Parotis.

Eine genaue Berechnung der Absonderungsfläche jeder ein- 451
zelnen Drüse würde für die Bestimmung des in ihr vorgehenden Secretionsprocesses von großem Werthe sein, weil von ihr nicht bloß die Menge, sondern auch, wie wir in der Folge sehen werden, zum Theil die Beschaffenheit des Secretionsproductes abhängt. Allein nach unseren bisherigen Kenntnissen ist eine solche Berechnung mit genügender Genauigkeit nicht anzustellen. Nur bei einzelnen Drüsen, welche in dieser Hinsicht einfachere Verhältnisse zeigen, läßt sich das Problem, jedoch immer nur höchstens auf eine ungefähre Weise lösen. Entweder berechnet man dann jede einzelne Drüse als einen Cylinder, dessen Seiten- und Basalfläche die Absonderungsfläche, dessen Ausgangsfläche die Mündungsfläche giebt. Oder man bestimmt durch mikrometrische Messungen das Verhältniß der Lumina der Drüsenröhren zu den Wandungen derselben und den zwischen ihnen liegenden anderen Gewebtheilen und deducirt aus dem vorher gefundenen Volumen durch Division dieser Zahl durch den Rauminhalt der Schläuche die Länge der Summe der letzteren. Kennt man diesen Werth und den mittleren Durchmesser der Röhren, so läßt sich dann nach der ersteren Methode die Größe der absondernden Oberfläche auffinden.

Die Berechnung des auf einen mittleren Cylinder reducirten Drüsenschlauches ergiebt sich auf folgende Weise. Gesetzt, er habe einen Durchmesser = d, so gleicht seine Basalfläche fde $= \frac{d^2\pi}{4}$. Derselbe Werth gilt für die Ausmündungsfläche abc. Ist aber seine Höhe = h, so haben wir für seine Seitenfläche agf und chd den Werth $dh\pi$. Die absondernde Fläche = x ist daher $= dh\pi + \frac{d^2\pi}{4} = \frac{d\pi}{4}(4h + d)$. Existiren nun in einem Theile n solcher Drüsenschläuche, so erhalten wir für die Gesammtsumme der absondernden Oberflächen $= y = dn\frac{\pi}{4}(4h + d)$. Die Oberflächenvergrößerung eines einzelnen Drüsenschlauches wird aber gefunden, wenn wir die absondernde Fläche = x durch den Flächeninhalt der Ausgangsmündung $= \frac{d^2\pi}{4}$ dividiren. Sie gleicht daher $z = \frac{4x}{d^2\pi} = \frac{4d\pi}{4d^2\pi}(4h + d) = \frac{1}{d}(d + 4h) = 1 + \frac{4h}{d}$. Sind nun eine Reihe = n solcher Drüsen in einer Schleimhaut eingelagert und ist die Oberfläche der letzteren = o, so haben wir für die totale Oberflächenvergrößerung $\frac{dn\pi}{4o}(4h + d)$.

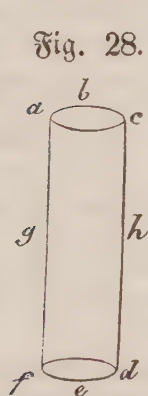


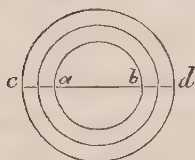
Fig. 28.

Die einfachste Anwendung gestatten diese Gleichungen z. B. auf die Magendrüsen, welche sich im Ganzen wenig verästeln, mehr oder minder pallisadenartig neben einander stehen und an den meisten Stellen ziemlich gleichförmig vertheilt sind. Man bereitet sich mittelst des Doppelmessers einen feinen senkrechten Schnitt, bestimmt mikrometrisch sowohl die mittlere Länge als die mittlere Breite der Drüsen, so wie die Zahl derselben, welche auf eine Einheit, z. B. einen pariser Quadratzoll Schleimhautoberfläche kommen. Kennt man nun den Flächeninhalt der letzteren im Ganzen, so sind alle für die obigen Formeln zu machenden Forderungen erfüllt. Bei einem erwachsenen männlichen Kaninchen z. B. fand sich als die mittlere Länge der Magendrüschen = h = 0′′,0160 pariser Maaßes und für deren mittlere Breite = d = 0′′,00085. Auf einen Zoll Länge kamen

ungefähr 714 Magendrüschen; mithin unter Annahme einer gleichmäßigen Vertheilung auf 1 Quadratzoll 509796. Da nun die Oberfläche des ganzen Magens 9—10 Quadratzoll, also im Durchschnitte 9,5 Quadratzoll betrug, so existirten in ihm ungefähr 4843062 Magendrüsen. Nach der obigen Formel aber betrug dann die absondernde Oberfläche eines einzigen Magendrüschens $= x = 0{,}00085 \times \frac{\pi}{4} (4 \times 0{,}016 + 0{,}00085) =$ 0,00004329311 pariser Quadratzoll. Mithin gleicht die Totaloberfläche aller Magendrüschen $0{,}00004329311 \times 4843062 = 209{,}6712$ Quadratzoll. Für die Oberflächenvergrößerung eines einzelnen Magendrüschens haben wir $z = 1 + \frac{4 \times 0{,}016}{0{,}00085} = 76{,}2941$ und für die aller Drüschen in Verhältniß zur Magenschleimhaut im Ganzen $\frac{0{,}00085 \times 4843062 \times \pi}{4 \times 9{,}5} (4 \times 0{,}0160 + 0{,}00085) = 22{,}071$, d. h. die den Magensaft absondernde Oberfläche betrug bei dem untersuchten Kaninchen 22 Mal so viel als der Flächeninhalt der Magenschleimhaut selbst.

Bei der zweiten Bestimmungsmethode sucht man zunächst das Volumen der Drüse $= v$ durch Einsenken in Wasser, welches in einer graduirten Röhre enthalten ist. Nun berechnet man aus einer Reihe von mikrometrischen Messungen sowohl den mittleren Lumendurchmesser ab der Drüsenschläuche als den Diameter der Dicke der Wandungen $= d$ plus des Zwischenraumes zwischen je zwei benachbarten Drüsenschläuchen $= e$. Natürlicher Weise kommt jederseits auf jeden Drüsenschlauch die Hälfte, also $ca = bd = \frac{e}{2}$. Wir können uns daher den Drüsenschlauch mit seinem Lumen, der Dicke seiner Wandung und den dazu gehörenden Interstitientheilen als einen Cylinder, dessen Diameter $cd = ab + 2\,bd = d + e$ ist, denken. Der Querschnitt dieses Cylinders $= m$ gleicht aber $m = \frac{(d+e)^2 \pi}{4}$. Da nun $d + e$ eine mittlere für die ganze Drüse annahmsweise geltende Größe ist, so können wir uns alle Drüsenschläuche zusammen als ein fortlaufendes Rohr von dem Querschnitte m und einer gewissen Länge $= h$ denken. Der Rauminhalt dieses Rohres muß aber dem Volumen der Drüse gleichen. Wir haben daher $mh = v$ und daher $h = \frac{v}{m}$ oder, wenn wir für m den gefundenen Werth substituiren, $h = \frac{4\,v}{(d+e)^2 \pi}$. Ist nun aber d und h bekannt, so ergeben sich die Werthe für die Größe der absondernden Oberfläche und der Oberflächenvermehrung nach den für die erste Berechnungsweise aufgestellten Gleichungen von selbst.

Fig. 29.



Krause, welcher sich dieser Bestimmungsart zuerst bediente [1]), fand in 7 Beobachtungen, daß das mittlere Volumen des menschlichen Hoden, dessen Rauminhalt zwischen 0,721 und 1,687 Cub. Zoll schwankt, 1,0074 Cub. Zoll beträgt. Die mittlere Länge der Samenkanälchen nimmt dieser Forscher zu 1015 Fuß 3 Zoll und die mittlere absondernde Oberfläche des Hodens zu 1,77 Quadratfuß an. Die der Niere schätzt er auf 62,5 Quadratfuß.

Weniger in der Absicht, bestimmte definitive Werthe zu erhalten, als um mich überhaupt von dem Grade der Approximation dieser Rechnungsweise zu überzeugen, bestimmte ich die zu ihr nothwendigen Größen an dem Leichnahme eines an einer Lungenentzündung rasch verstorbenen 58jährigen sehr kräftigen Mannes. Es ergab sich hierbei:

1) Linker Hoden ohne Nebenhoden. Volumen ohne den Nebenhoden $= v = 0{,}79$ franz. Cub. Zoll. Mittlerer Durchmesser der Samenröhrchen $= d = 0'',0062416$. Mittlerer Durchmesser der Interstitien $= e = 0'',0019583$. Wir haben daher $h = \frac{4 \times 0{,}79}{(0{,}0062416 + 0{,}0019583)^2 \pi} = 14959{,}6$ franz. Zoll $= 1246{,}633$ Fuß. Hiernach be-

[1]) Krause in Müller's Archiv. 1837. S. 25.

trägt aber nach den bei der ersten Berechnung aufgestellten Gleichungen die absondernde Oberfläche des ganzen Hodens $= x = 0{,}0062416 \times \frac{\pi}{4} (4 \times 14959{,}6 + 0{,}0062416)$ $= 293{,}2612$ Quadr. Zoll $= 2{,}036536$ pariser Quadr. Fuß.

2) Linke Niere. Volumen der rein präparirten Niere $= v = 6{,}775$ franz. Cub. Zoll. Mittlerer Durchmesser aller Harnkanälchen (sowohl der größeren der Mark- als feineren und feinsten der Rindensubstanz) $= d = 0'',002200$ und mittlerer Diameter der Interstitien $= e = 0'',0008833$. Wir finden daher $h = \frac{4 \times 6{,}775}{(0{,}0022 + 0{,}0008833)^2 \pi}$ $= 907377{,}000$ Zoll $= 6301{,}229$ pariser Fuß. Die absondernde Oberfläche der ganzen Niere $= x$ ist daher $= 0{,}0022 \times \frac{\pi}{4} (4 \times 907377 + 0{,}0022) = 6271{,}34$ Quadr. Zoll $= 43{,}551$ pariser Quadr. Fuß.

So richtig nun auch die diesen Bestimmungen zum Grunde liegende Berechnung ist, so entbehren doch die auf diesem Wege zu erhaltenden Zahlen der nothwendigen Garantie und können im besten Falle nur als ungefähre Angaben angesehen werden. Die Ursache hiervon liegt darin, daß man selbst die Mittelwerthe von d und von e nicht mit hinreichender Sicherheit bestimmen kann. Denn diese beiden Größen sollen die Mitteldurchmesser sehr verschiedener Drüsenschläuche und der Umgebungen derselben ausdrücken. Schon dieses erschwert die exacte Bestimmung. Allein z. B. bei den Nieren tritt noch das unüberwindliche Hinderniß entgegen, daß die Summe der Markkanälchen der Summe der verschiedenartigen Rindenkanälchen nicht gleicht und daß daher die Zahl der einzelnen Werthe von beiden, aus welchen das Gesammtmittel hergeleitet werden soll, der Beurtheilung des Beobachters überlassen bleibt. Wo wir aber nur nach subjectiven Gründen entscheiden können, hat das bestimmte Wissen aufgehört.

Noch mehr häufen sich die Schwierigkeiten bei den baumförmig verästelten, den sogenannten massigen Drüsen. Hier sinkt jede Bestimmung fast zu einer bloßen schwankenden Schätzung herab. Um wenigstens einige ungefähre Werthe zu erhalten, bediente ich mich folgenden Verfahrens. Ich bestimmte das Volumen der möglichst vollständig gereinigten Drüse $= v$, den mittleren Durchmesser der Endköpfchen $= d$ und die mittleren Interstitien zwischen diesen $= e$. Wollte man aus diesen drei Werthen die Größe der absondernden Oberfläche wie bei den röhrigen Drüsen berechnen, so hieße dieses voraussetzen, daß die gesammte Drüse aus bloßen Endköpfchen bestehe, d. h. also eine größere absondernde Oberfläche als wahrhaft existirt, annehmen. Um nun hier eine, wenn auch nur höchst ungefähre Basis für die nothwendige Correction zu erhalten, bestimmte ich das Volumen eines Theiles der Drüse w, trennte diese dann Läppchen für Läppchen auseinander und schnitt hierbei jedes mir zum Vorschein kommende Gefäß hinweg. Hierauf suchte ich von Neuem das Volumen der Summe der einzelnen Drüsenläppchen $= w - a$ und bestimmte den Coefficienten $\frac{1}{n}$, um welchen der Umfang der Drüsenportion abgenommen hatte. Ich hatte so die Volumenmenge, welche durch die größeren Gefäße bestimmt wird. Für die größeren und mittleren Drüsenschläuche, d. h. für dasjenige, um was ihre absondernde Oberfläche geringer ist, als wenn ihr Raum mit Endbläschen angefüllt wäre, nahm ich ebenfalls $\frac{1}{n}$ an, so daß ich statt des gefundenen Volumen $= v$ nur $v - \frac{2v}{n}$ in Rechnung brachte. Ich gebe sehr gern zu, daß diese Methode höchst willkürlich ist und mathemathischen Forderungen durchaus nicht genügt. Allein außer ihr wüßte ich kein anderes Mittel als eben das leichteste, d. h. das Problem für gänzlich unauflöslich zu erklären. Nach diesem Verfahren erhielt ich an der oben genannten Leiche folgende Werthe:

3) Ohrspeicheldrüse der linken Seite. Gefundenes Volumen $= v = 0{,}985$ franz. Cub. Zoll. Abzugscoefficient $= 2/7$. Also angenommenes Volumen $0{,}985 - 0{,}2814$ $= 0{,}7036$ Cub. Zoll. $d = 0'',001408$. $e = 0'',000383$. Daher $h = \frac{4 \times 0{,}7036}{(0{,}001408 + 0{,}000338)^2 \pi}$ $= 279283{,}2$ pariser Zoll $= 1939{,}466$ franz. Fuß. Wir finden hiernach die absondernde

Oberfläche $= x = 0{,}001408 \times \frac{\pi}{4} (4 \times 279283{,}2 + 0{,}001408) = 1235{,}708$ Quadr. Zoll = 8,581250 pariser Quadr. Fuß.

4) Linke Unterkieferdrüse. Gefundenes Volumen = 0,44 Cub. Zoll. Gefundener Abzugscoefficient ¼. Also angenommenes Volumen 0,33 Cub. Zoll. d = 0″,001375. e = 0″,000275. Wir haben daher $h = \frac{4 \times 033}{(0{,}001375 + 0{,}000275)^2 \pi} = 154332{,}07$ Zoll = 1071,50 pariser Fuß Es ergiebt sich mithin $x = 0{,}001375 \times \frac{\pi}{4} (4 \times 154332{,}07 + 0{,}001375) = 666{,}6668$ Quadr. Zoll = 4,62963 pariser Quadr. Fuß.

5) Linke Unterzungendrüse. Gefundenes Volumen 0,115 Cub. Zoll. Abzugscoefficient ¼. Also angenommenes Volumen 0,08625 Cub. Zoll. d = 0″,0015416. e = 0″,0003125. Daher $h = \frac{4 \times 0{,}08625}{(0{,}0015416 + 0{,}0003125)^2 \pi} = 31945{,}0$ Zoll = 221,8402 pariser Fuß. Mithin erhalten wir dann für $x = 0{,}0015416 \times \frac{\pi}{4} (4 \times 31945 + 0{,}0015416) =$ 154,7122 Quadr. Zoll = 1,07439 pariser Quadr. Fuß.

Auffallend war mir, daß sich das Volumen der Unterzungendrüse zu dem der Unterkieferdrüse beinahe ganz = 1 : 4 und das der letzteren zu dem der Ohrspeicheldrüse annähernd = 1 : 2 verhielt, als wenn eine reguläre Progression die Größenverhältnissen dieser drei zusammengehörenden Drüsen zum Grunde läge. Ich bestimmte daher sogleich das Volumen derselben drei Drüsen der linken Seite eines 53jährigen Mannes. Ich erhielt für die Parotis 1,10 Cub. Zoll, für die Unterkieferdrüse 0,505 Cub. Zoll und für die Unterzungendrüse 0,075 Cub. Zoll. Auf der rechten Seite ergab sich für die Ohrspeicheldrüse 1,01 Cub. Zoll, für die Unterkieferdrüse 0,50 Cub. Zoll und für die Unterzungendrüse 0,080 Cub. Zoll. So sehr also zwar wieder das Volumen der Unterkieferdrüse die Hälfte des Volumens der Ohrspeicheldrüse hatte, so sehr wich hier das Verhältniß der Unterzungendrüse zur Unterkieferdrüse ab, da für die linke Seite ein Verhältniß = 1 : 6,7, für die rechte ein solches = 1 : 6,25 herauskam.

6) Thränendrüse der rechten Seite. Gefundenes Volumen = 0,045 Cub. Zoll. Angenommener Abzugscoefficient = ¼. Angenommenes Volumen = 0,03375. d = 0″,001566. e = 0,000333. Wir haben dann $h = \frac{4 \times 0{,}03375}{(0{,}001566 + 0{,}000333)^2 \pi} =$ 11916,09 Zoll = 82,75000 pariser Fuß. Es ergiebt sich daher die absondernde Fläche $= x = 0{,}001566 \times \frac{\pi}{4} (4 \times 11916{,}09 + 0{,}001566) = 58{,}62403$ pariser Quadr. Zoll = 0,407111 pariser Quadr. Fuß. Endlich bestimme ich noch:

7) da mir die Bauchspeicheldrüse derselben Leiche nicht zu Gebote stand, der Vollständigkeit wegen das Volumen des Pancreas des zuletzt genannten 53jährigen Mannes. Es ergab 3,16 pariser Cub. Zoll. Als Abzugscoefficient zeigte sich bei dem Versuche ⅙. Wir haben daher als angenommenes Volumen 2,634 Cub. Zoll. d = 0″,00144. e = 0″,000185. Mithin $h = \frac{4 \times 2{,}634}{(0{,}00144 + 0{,}000185)^2 \pi} = 1270045$ Zoll = 8819,756 pariser Fuß. Hieraus ergiebt sich dann für die absondernde Oberfläche $= x = 0{,}00144 \times \frac{\pi}{4} (4 \times 1270045 + 0{,}00144) = 5745{,}55$ Quadr. Zoll = 39,89965 Quadr. Fuß.

Ich muß jedoch nochmals wiederholen, daß die für den Hoden und die Niere gefundenen Werthe nur annähernde, die für die baumförmigen Drüsen bestimmten bloße entfernte Schätzungszahlen sind, welche auf keine Präcision irgend einer Art Anspruch machen können.

Da aber alle hier geprüften Drüsen mit Ausnahme des Pancreas paarig sind, so ergiebt sich:

Für die Absonderungsfläche beider Hoden . .	4,073072	parif.	Quadr.	Fuß.
Für die beider Nieren	87,102	»	»	»
Für die beider Parotiden	17,162500	»	»	»
Für die beider Unterkieferdrüsen	9,25926	»	»	»

Für die beider Unterzungendrüsen	2,14878	paris. Quadr. Fuß.		
Für die aller Mundspeicheldrüsen überhaupt .	28,57054	»	»	»
Für die beider Thränendrüsen	0,814222	»	»	»
Für die des Pancreas	39,89965	»	»	»

Reduciren wir aber alle diese Absonderungsflächen auf 1 Cub. Zoll Volumen, so hat:

1 Cub. Zoll Hode	2,577894	Quadr. Fuß Absonderungsfläche.		
1 Cub. Zoll Niere	6,428191	»	»	»
1 Cub. Zoll Ohrspeicheldrüse	8,71193	»	»	»
1 Cub. Zoll Unterkieferdrüse	10,521887	»	»	»
1 Cub. Zoll Unterzungendrüse	9,342524	»	»	»
1 Cub. Zoll aller Mundspeicheldrüsen im Mittel	9,276150	»	»	»
1 Cub. Zoll Thränendrüse	9,04691	»	»	»
1 Cub. Zoll Pancreas	12,62647	»	»	»

Setzen wir nun den niedrigsten Werth, nämlich den des Hodens = 1, so ergiebt sich für die Nieren 2,493583, für die Ohrspeicheldrüse 3,379478, für die Unterkieferdrüse 4,081583, für die Unterzungendrüse 3,624092, für alle Mundspeicheldrüsen zusammen im Durchschnitt 3,598346, für die Thränendrüse 3,509422 und für das Pancreas 4,897982. Daß die Nieren für das gleiche Volumen eine etwas kleinere Absonderungsfläche liefern, hat darin seinen Grund, daß das aus den verschiedenartigen Harnkanälchen gezogene Mittel der Durchmesser etwas größer als das der Endköpfchen der baumförmig verzweigten Drüsen ausfällt. Nimmt man nach Krause für die absondernde Oberfläche einer Niere 62,5 pariser Quadr. Fuß und für das mittlere Volumen derselben 7,58 franz. Cub. Zoll an, so kommen auf 1 Cub. Zoll Niere 8,24538 Quadr. Fuß Absonderungsfläche, d. h. immer noch weniger als auf das gleiche Volumen der geprüften baumförmig verzweigten Drüsen.

Endlich kann man die für die letzteren angewandte Methode auch für die Schätzung der absondernden und ausdünstenden Oberfläche der Lungen gebrauchen. Wir wollen uns in dieser Beziehung an die von Krause gefundenen Zahlen halten. Nach ihm gleicht bei Erwachsenen das Volumen der rechten Lunge 26 bis 31,5, das der linken 23 bis 29,5 Cub. Zoll. Dieses giebt ein mittleres Volumen von 27,5 Cub. Zoll. Die Lungenbläschen haben einen Durchmesser von $^1/_{18}$ bis $^1/_6$'''. Dieses liefert einen Durchschnittswerth = d = 0'',00925925. Für e fand ich 0'',000333. Nehmen wir als Abzugscoefficienten $^1/_4$ an, so haben wir v = 20,625 Cub. Zoll. Mithin $h = \frac{4 \times 20,625}{(0,00925925 + 0,000333)^2 \pi}$ = 285406,0 Zoll = 1981,986 Fuß. Es ergiebt sich hiernach $x = 0,00925925 \times \frac{\pi}{4}$ $(4 \times 285406,0 + 0,00925925)$ = 8302,114 Quadr. Zoll = 57,65356 Quadr. Fuß. Wir können daher nach einer freilich nur höchst ungefähren Schätzung für den mittleren Werth der Abdunstungsfläche beider Lungen im Erwachsenen 115,30712 oder in runder Zahl 115 Q. F. annehmen. Es verhielte sich dann diese Fläche zur Absonderungsfläche der beiden Nieren = 115,30712 : 87,102 = 1 : 0,7553917. Oder die Abdunstungsfläche der Lungen betrüge $^1/_4$ mehr als die Absonderungsfläche der Nieren. Dieses für das Volumen der Lungen so ungünstige Verhältniß rührt davon her, daß die Endköpfchen der Drüsengänge derselben = 0'',00925925, die Harnkanälchen dagegen = 0,002200, also 4—5 Mal so klein angenommen wurden. Das Mittel der äußeren Körperoberfläche des Erwachsenen wird zu 14 bis 15, also im Durchschnitt zu 14,5 Quadr. Fuß geschätzt. Es verhielte sich dann die Oberfläche des äußeren Körpers zu der der Drüsengänge der Lungen = 14,5 : 115,30712 = 1 : 7,95221. Oder wir hätten in den Lungen des mittleren Menschen ungefähr eine 8 Mal so große Abdunstungsfläche als an der äußeren Haut. Die der Nieren dagegen wäre dann nur 6,007034 so stark als die äußere Hautoberfläche. Doch sind dieses Alles nur hypothetische Rechnungen, welche keine exacten und genügend beweisenden Folgerungen erlauben.

Außer der Größe und der Form der Absonderungsfläche muß die 452
Menge, der Druck und die Geschwindigkeit des Blutes einen wesentlichen Einfluß auf die Secretion haben. Die Niere z. B., welche ein Volumen von 6,775 Cub. Zoll besitzt, enthält eine Arterie, deren Querschnitt 0,229979 Quadrat. Cent. beträgt, während das Volumen des Hodens 0,79 franz. Cub. Zoll, der Querschnitt der Arteria spermatica

dagegen 0,009199 ausmacht. In der Niere kommen mithin auf 1 Cub. Zoll Volumen 0,03394524 Quadr. Centimeter Querschnitt der einströmenden Blutsäule, im Hoden auf 1 Cub. Zoll Volumen 0,0116430 Quadr. Cent. Querschnitt der eintretenden Blutmasse. Flösse daher auch das Blut in der Nierenarterie mit derselben Geschwindigkeit wie in der Samenschlagader, so würde schon in derselben Zeit in die Niere 2,91518 Mal oder ungefähr 3 Mal so viel Blut als in den Hoden einströmen. Nun haben wir aber bei dem Kreislaufe gesehen, daß das Blut in der langen und dünnen Samenarterie langsamer fließt als in der kurzen und weiten Nierenschlagader. Es muß also auf diese Weise das ungünstige Verhältniß für den Hoden noch größer ausfallen.

Von noch bedeutenderem Einflusse als die von den Hauptstämmen abhängenden Momente werden die Verhältnisse der Capillaren sein. Ein Drüsenschlauch, welcher in seinen Wandungen äußerst dichte feinste Blutgefäßnetze enthält, befindet sich natürlicher Weise in vortheilhafteren Verhältnissen als ein solcher, welcher nur lockerer von ihnen umsponnen wird. Das Letztere z. B. haben wir wiederum in dem Hoden, dessen Absonderung nur sehr langsam und sparsam vor sich gehen soll. Die Lungen dagegen, welche möglichst viel Blut in die Nähe der Oberfläche der Endbläschen ihrer Drüsengänge, d. h. der Lungenbläschen zu bringen haben, besitzen so dichte Capillarnetze, daß die zwischen ihnen befindlichen Maschenräume oft kleiner als die Durchmesser der feinsten Gefäßchen erscheinen.

Die Geschwindigkeit aber, mit welcher das Blut bei den Drüsenschläuchen, vorzüglich den feineren Endtheilen derselben, vorbeigeführt wird, wird sich nicht bloß nach dem Durchmesser der Capillaren, sondern auch, was schon bei dem Blutkreislaufe erörtert wurde, danach richten, ob das Blut nur durch wenige Capillarästchen hindurchgeht und dann in schon größere Venenstämmchen einfließt oder ob es einen längeren Weg durch bloße Capillarzweige durchzumachen hat. In dem ersteren Falle wird sich die Absonderung vermehren, in dem letzteren vermindern. Bedenken wir nun aber, welche unendlichen Modificationen der physikalisch-mechanischen Verhältnisse der Oberfläche und des durchströmenden Blutes der Natur zu Gebote stehen, so giebt dieses allein schon einen Fingerzeig für die Erklärung der so bedeutenden Verschiedenheiten der Secrete, vorzüglich des Wassergehaltes derselben.

453 Da jeder absondernde Apparat ohne Unterschied einerseits ein freie Oberfläche darbietet, während anderseits das durch ihn kreisende Blut nur durch thierische Häute von jener geschieden wird, so müssen immer flüssige Stoffe aus diesem nach der ersteren hin austreten. Der Proceß der Absonderung wird so zur physikalischen Nothwendigkeit, weil der Widerstand nach der freien Secretionsfläche hin geringer ist. Steht diese mit der Atmosphäre in Berührung, so wird das so austretende Wasser die Form des Wasserdunstes annehmen. Es wird zugleich eine entsprechende Diffusion zwischen den aus dem Blute entfernbaren Gasen und denen der Luft eintreten. Es muß sich mit einem Worte ein Ausdünstungsproceß herstellen. Wir finden daher diesen an der äußeren Haut und in den Athmungswegen. Wo aber dann die Luft mit den thierischen Theilen in inni-

gere und anhaltendere Berührung kommt, wird sie mit Wasserdampf gesättigt erscheinen. An denjenigen Absonderungsflächen dagegen, welche von der Communication mit der Atmosphäre abgeschlossen sind und die unter dem Drucke der übrigen inneren Körpertheile stehen, muß das Wasser in tropfbar flüssiger Gestalt auftreten. Als solches finden wir es daher auch in allen serösen Höhlen, welche im Normalzustande im Leben nie einen bloßen sogenannten serösen Dunst d. h. bloßen Wasserdampf führen (§. 63). Aus diesem Grunde sind auch alle Absonderungsproducte der Drüsen ursprünglich tropfbar flüssig oder bilden mehr oder minder wässerige Lösungen verschiedener Stoffe, welche in den mannigfaltigen Drüsen sehr variiren, für jede derselben aber innerhalb eines gewissen Bereiches constant bleiben.

So klar auch diese Verhältnisse sind, so sehr verborgen ist es uns, 454
weshalb in jeder einzelnen Drüse so verschiedene Secrete auftreten. Nur im Allgemeinen läßt sich behaupten, daß die Eigenthümlichkeit jedes besonderen Secretes das Resultat der Besonderheit der Absonderungsflächen und der Verhältnisse, unter welchen das Blut an ihnen vorbeiströmt, sei. Jede andere nähere Erläuterung überschritte die Grenzen unseres bis jetzt möglich gewordenen Wissens.

1) Halten wir uns nur an den menschlichen Körper, so werden allerdings bestimmte Absonderungsproducte bloß von bestimmt gebauten Drüsen geliefert. Die drei paarigen Mundspeicheldrüsen so wie das Pancreas gehören in die gleiche Klasse der baumförmig verzweigten Drüsen. Die Thränen, als eine in vielen Beziehungen dem Speichel noch verwandte Flüssigkeit, werden von einem ähnlich construirten drüsigten Apparate erzeugt. Die Leber dagegen, als der Heerd der Gallenbereitung, weicht schon ihrer Structur nach von den genannten Drüsenorganen sehr wesentlich ab. Die Nieren endlich gehören zu den röhrigen Drüsen. Fassen wir aber die Verhältnisse näher in das Auge, so ergiebt sich, daß schon in unserem eigenen Körper sehr verschiedenartige Secrete in analog gebauten Drüsenschläuchen auftreten. Der größere Eiweißgehalt des Bauchspeichels ließe sich noch daraus erklären, daß hier die Zahl der Endköpfchen vorherrsche. Allein die weiblichen Brüste, welche in ihrer Structur in vieler Hinsicht an die der Speicheldrüsen erinnern, sondern die dem Speichel so heterogene Milch ab. Viele Talgdrüsen der Haut, die Ohrenschmalzdrüsen, welche sämmtlich nur fettige Secrete liefern, gleichen ihrer Gestalt nach einzelnen Schleimdrüsen oder müssen wenigstens mit ihnen in eine anatomische Gruppe gestellt werden. Die Hoden, welche den Samen bereiten, stehen in dem morphologischen Systeme der Drüsengebilde den Nieren am Nächsten u. dgl. mehr. Die vergleichende Anatomie bietet in dieser Beziehung noch viele, zum Theil auffallendere Beispiele dar und zeigt definitiv, daß ein und dasselbe Secret, z. B. der Speichel, die Galle, sowohl von baumförmig verzweigten, als von röhrigen Drüsen geliefert werden. Die bloße Form und Combination der Drüsenschläuche kann daher nicht die Ursache der Eigenthümlichkeit der Absonderungspro-

ducte sein. Sie vermag höchstens als ein wesentliches Nebenmoment mitzuwirken.

2) Die Beschaffenheit der häutigen Theile, welche die Blutgefäße von der Absonderungsfläche trennen und die letztere herstellen, vermag eben so wenig das alleinige Bedingungsmittel der Natur des Secretes auszumachen. Sie bestehen vorzüglich aus dem Epithelium und der Mittelhaut der Drüsenschläuche. Beiderlei Gebilde sind häufig in den verschiedensten Drüsen die gleichen, und umgekehrt haben wir z. B. in der Leber bei dem Menschen und den meisten Wirbelthieren die eigenthümlichen Leberzellen, bei den Krebsen ein Pflaster, bei den Schnecken ein Flimmerepithelium, während bei allen Geschöpfen ohne Unterschied Galle abgesondert wird. Endlich

3) können selbst die Verhältnisse des Blutes nicht einzig und allein das Bestimmungsglied darstellen. Jede Drüse hat zwar ihre festgesetzte Stelle im Körper und muß daher ihre eigenthümlich beschaffene Blutmasse erhalten. Bei einzelnen tritt dieses Moment so sehr in den Vordergrund, daß es uns schon bei oberflächlicher Betrachtung nicht entgehen kann. Die Leber empfängt nicht bloß das frische, eben in den Lungen wiederhergestellte Blut, welches durch die Aorta und die Coeliaca in die Leberarterie einfließt, sondern auch das venöse Pfortaderblut, welches die Capillaren der Verdauungsorgane durchsetzt und sich an den Resultaten der Einsaugung der Verdauungsstoffe theilhaftig gemacht hat. Schneidet man der Leber die letztere Blutquelle ab, so vermindert sich die Gallenabsonderung oder hört gänzlich auf. Die Nieren dagegen sowohl als die Thränendrüse, die Mundspeicheldrüsen und das Pancreas erhalten nur frisches arterielles Blut, welches kurz vorher die Lungen durchlaufen und noch durch kein Capillarsystem durchgegangen, keinem Ernährungsprocesse gedient hat. Hier entstehen dann auch besonders wasserreiche Secrete. Allein die Brüste, die Hoden, die Vorsteherdrüse haben eben so frisches Blut und liefern nichts desto weniger die so eigenthümlichen Producte der Milch, des Samens, des Prostatasaftes. Die Hautdrüsen und die Ohrenschmalzdrüsen geben unter ähnlichen Prämissen Fett, die Schleimdrüsen Schleim u. dgl. mehr. Wenn daher auch die Eigenthümlichkeit der Blutmasse, welche zu einer Drüse fließt, von wesentlichem Einflusse ist, so hat sie doch ebenfalls keine ausschließliche Einwirkung auf die Natur des Secretes. Etwas Ähnliches gilt von den Druckverhältnissen, unter welchen das Blut strömt, so wie von den Formen der Capillarnetze, welche es durchsetzen muß. Die feinsten Blutgefäßnetze der Ohrspeicheldrüse sind z. B. denen der Brüste sehr ähnlich, und die Secrete beider nichts desto weniger äußerst verschieden. Wir können daher nur annehmen, daß in jeder Drüse alle Momente zusammenwirken, um eben das bestimmte Secret hervorzurufen, daß aber keine einseitige Autokratie eines einzigen Statt findet. Den größten Einfluß hat offenbar die Beschaffenheit des Blutes, so wie die der Conformation und Größe der Absonderungscanäle, vorzüglich der Endtheile derselben.

455 Wie bei allen Erscheinungen der Endosmose und Exosmose, so muß

auch bei dem der Absonderung die chemische Affinität die erste Stelle einnehmen und allen anderen einflußreichen Momenten vorangehen. Es werden daher, indem nach den oben geschilderten Verhältnissen Wasser austritt, auch solche Stoffe, welche zu dem Wasser die größte Anziehung besitzen, zugleich ausgeschieden werden. Daher enthalten auch noch die verdünntesten Absonderungsproducte Salze und organische Substanzen aufgelöst, sind aber anderseits wasserreicher als die Mutterflüssigkeit, das Blut. Wo dagegen ein Drüsenschlauch nur Fett absondert, wird er dadurch für Wasser und wässerige Lösungen undurchdringlich und hält diese trotz der Einwirkung des Blutes und der Ernährungsflüssigkeit von sich entfernt.

Diese chemische Wechselwirkung muß aber da, wo die Trennung der aufeinander agirenden Flüssigkeiten am geringsten, der chemische Effect am leichtesten ist, vorzugsweise vor sich gehen. Es wird daher als der Hauptheerd der Bildung der Absonderungsproducte einerseits das System der kleinsten Endköpfchen und anderseits das der feinsten Blutgefäßnetze, welche diese umspinnen, erscheinen. Da nun aber eine Flüssigkeit, welche sich unter einem größeren Drucke befindet, auch schneller durch eine thierische Membran exosmotisch hervortritt, mithin innerhalb einer bestimmten Zeit mehr nach außen abgiebt, so muß der arterielle Anfangstheil der Capillaren, in welchem der Herzdruck weniger geschwächt ist als in dem venösen, die Bildung der Absonderungsproducte wesentlich begünstigen. Ruhte das Blut, so müßte bald eine relative Ausgleichung zwischen dem Secrete und der Blutflüssigkeit Statt finden. Es würde das erstere, als die verdünntere Auflösung, weit mehr Stoffe, vorzüglich Eiweiß und Faserstoff, anziehen als in irgend einem normalen Absonderungsproducte vorkommt. Allein directe Versuche lehren, daß eine strömende Flüssigkeit diese Ausgleichung in hohem Grade beschränkt und die Folgen der Exosmose und Endosmose umändert, weil durch die Bewegung innerhalb derselben Zeit ein um so größeres Quantum von Flüssigkeit, je schneller die Bewegung erfolgt, in Thätigkeit tritt. Dieses physikalisch noch nicht hinreichend studirte Moment ist wahrscheinlich ein Haupthebel der Eigenthümlichkeit des Absonderungsprocesses, der sonst in so vielen Punkten noch so äußerst räthselhaft erscheint. Endlich muß noch der Zustand der Porosität der Wandungen der Drüsenschläuche für die Secretion von Einfluß sein, da natürlich mit Vermehrung derselben auch dichtere Stoffe hervortreten können.

Je weniger vollständig wir den Act der Secretion in seinen physikalisch chemischen Verhältnissen zu erfassen im Stande sind, um so mehr müssen wir alle Momente, welche bei den verschiedenen Absonderungstheorien aufgestellt worden, kritisch ins Auge fassen. Nur diejenige Vorstellung, welche gar keine Erklärung der Secretion liefert, sondern dieselbe für etwas Unbekanntes und Unergründliches hält, d. h. sie für einen sogenannten rein organischen Proceß ausgiebt, kann nicht unter diesem Gesichtspunkte dargestellt werden, weil sich eben über ein Nichts keine weiteren Erörterungen geben lassen.

Da die mikroskopische Untersuchung nachgewiesen hat, daß die Capillargefäße überall bestimmte geschlossene Wandungen besitzen und daß das Gleiche bei den blinden Endköpfchen der Drüsen Statt findet, so ergiebt sich von selbst, daß der Proceß der Absonderung nur vermittelst eines Actes der Durchströmung durch thierische Häute, d. h. auf dem Wege der Exosmose, zu Stande kommen könne. Die älteren Annahmen, nach welchen

die feinsten Blutgefäßnetze bloße und zwar variable Rinnen des Parenchymes sein und durch eine fortwährende Umwandlung des Blutes in dieses die Ernährungs- und Absonderungsprocesse entstehen sollen (Doellinger), fallen daher von selbst hinweg. Eben so spricht die Anatomie gegen die Hypothese, daß in einzelnen Drüsen die Blutgefäße in Secretionskanäle übergehen (Berres, Hyrtl, Cayla). Fände dieses Statt und wären selbst die Verbindungen so fein, daß sie keine Blutkörperchen hindurchlassen, so müßten die Secrete wenigstens Blutflüssigkeit führen. Der Speichel, der Harn u. dgl. könnten nicht so wasserreich und verhältnißmäßig so arm an organischen Bestandtheilen, vorzüglich an Eiweiß, als dieses in der That der Fall ist, erscheinen. Wollte man aber annehmen, daß durch irgend eine ventilartige Vorrichtung der Zutritt des Blutes zu den Absonderungsschläuchen verhindert sei, so hieße dieses physiologisch (nicht aber anatomisch) eben so viel als behaupten, daß die Blutgefäße von den Secretionskanälen abgeschlossen sind. Es wäre nur die Substitution eines Verhältnisses, welches Niemand beobachtet hat, für eine Wahrheit, welche die mikroskopische Untersuchung frischer Drüsen mannigfach constatirt.

Das an dem Drüsenschlauche vorbeiströmende Blut bildet die Mutterflüssigkeit, aus welcher die Absonderungsproducte stammen. Aus ihm tritt dann sowohl die die Drüse durchtränkende Ernährungsflüssigkeit als das Absonderungsproduct hervor. Es muß daher das Blut die Stoffe des letzteren entweder schon vorgebildet erhalten oder Materien führen, aus welchen durch fernere Combinationen die eigenthümlichen Verbindungen, welche in den Secreten vorkommen, entstehen können. Beiderlei Alternative existiren wahrscheinlicher Weise. Allein auch in dieser Beziehung befinden sich die verschiedenen Vorstellungen über den Proceß der Absonderung in Widerspruch mit einander. Chemiker, welche nur von dem Standpuncte ihrer Wissenschaft ausgehen, glauben, daß alle eigenthümlichen Stoffe der Secretionen schon in dem Blute vorgebildet existiren und daß daher die Drüsenschläuche nebst den Wandungen der sie umspinnenden Capillaren bloß wie Filtra, welche die bereits vorhandenen Verbindungen durchlassen, wirken. Der größte Theil der Physiologen dagegen, welcher den Drüsen eine höhere Wirksamkeit als die eines bloßen todten Filtrum zuschreibt, neigt sich eher zu der Annahme, daß in der Drüse selbst die eigenthümliche Combination der Educte aus dem Blute zu den besonderen Producten der Secretion erfolge.

Prüfen wir zuvörderst jene Filtrationstheorie, so hat sie scheinbar das für sich, daß einzelne charakterische Verbindungen, welche nur in gewissen Absonderungen gefunden werden, in kleinen Mengen schon im Blute vorgebildet existiren. Hierher gehören z. B. der Harnstoff des Urines, der Gallenfarbestoff der Galle u. dgl. Eben so finden sich die Salze, welche in den Secreten vorkommen, das Eiweiß, welches im Bauchspeichel, dem Samen, der Milch u. dgl., das Fett, welches in den verschiedenartigen Talgdrüsen erscheint, im Blute. Daß dieses nur spurweise Mengen von Harnstoff und äußerst geringe Quantitäten von Gallenfarbestoff enthalte, zeugt nicht wider jene Filtrationsvorstellung. Denn es läßt sich durch Berechnung nachweisen, daß sie nichts desto weniger in größeren Quantitäten in den Secreten auftreten können. Am deutlichsten ist der Beweis in Betreff des Harnstoffgehaltes des Blutes zu liefern. Nach den Beobachtungen von Lecanu [1]) entleert ein kräftiger Mann in mittlerem Lebensalter innerhalb 24 Stunden mit seinem Urine 33,050 Grm. Harnstoff im Maximum, 23,155 im Minimum und 28,0525 im Mittel. Nehmen wir nun auch für die Zeit eines Kreislaufes 1 Minute an, so wird die der Capacität der beiden Nieren entsprechende Blutmenge innerhalb 24 Stunden 1440 Mal durch die Nieren strömen. Halten wir uns daher selbst an das Maximum, so wird mit jeder einmaligen Strömung durch die Niere nur $\frac{33,050}{1440}$ = 0,0229513 Grm. Harnstoff abgesetzt zu werden brauchen. Nun wiegt eine Niere im Durchschnitt 80 Grm. Beide zusammen haben also 160 Grm. Nehmen wir selbst nur an, daß in beiden in jedem Momente nur 60 Grm. Blut fließen — eine Größe, die, wie man bei genauerer Betrachtung von selbst sieht, offenbar zu klein ist —, so braucht 1 Grm. Blut nur 0,0003825 Grm. Harnstoff zu enthalten, um die gefoderte Menge Urée zu liefern. Das postulirte Resultat muß daher erfolgen, wenn im Blute nur 0,03 % Harnstoff existiren. Wer aber weiß, wie leicht der Harnstoff durch das Eiweiß verhüllt wird, der wird es zugeben, daß diese Quantität bei der chemischen Analyse entweder über-

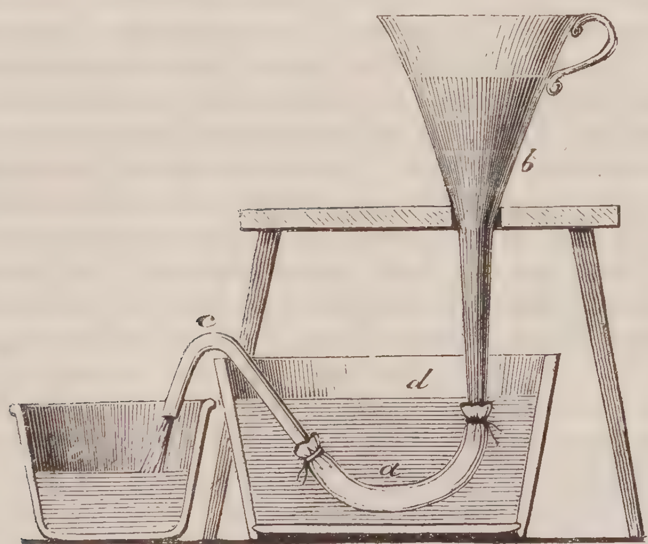
[1]) Siehe Repertorium Bd. V. 1840. 8. S. 255.

sehen oder so gering gefunden werden kann, daß man sie nicht mehr mit der Wage zu bestimmen vermag. Nach der Berechnung der Zusammensetzung des frischen Blutes enthält dieses 0,243 bis 0,430, also im Mittel 0,3365 % festen und 0,131 bis 0,227, also im Durchschnitt 0,179 % flüssigen Fettes (Lecanu). Wir haben daher im Ganzen im Durchschnitt 0,5155 % Fett. Nach der eben für den Harnstoff gemachten Deduction aber wird Jeder leicht einsehen, daß dieser Fettgehalt des Blutes hinreichen muß, um alle fettigen Absonderungen und Ablagerungen in unserem Körper zu versorgen.

Allein auch gerade diese Thatsachen, welche die Möglichkeit der Filtrationstheorie unterstützen, können ebenfalls dazu gebraucht werden, um deren Unrichtigkeit, sobald sie nur einseitig aufgefaßt wird, darzuthun. Wir wissen nämlich, daß die Blutflüssigkeit verhältnißmäßig bedeutende Mengen Faserstoff (0,210—0,356 %) aufgelöst enthält. Nichts desto weniger haben wir kein einziges Secretionsproduct, welches von selbst coagulirt. Es muß daher entweder keine Fibrine durchfiltriren oder sie wird sogleich so umgesetzt werden, daß sie ihre Gerinnbarkeit verliert. Der Eiweißgehalt des frischen Blutes ist noch viel bedeutender (6,509—6,942 %), und dennoch haben die gesunden Secrete, selbst den Bauchspeichel nicht ausgenommen, keine proportionellen Eiweißmengen. Wären überdies die Drüsenschläuche bloße Filtra, so müßte nur insofern eine Verschiedenheit der Secrete auftreten können, als die Drüsen verschiedenartig gemischte Blutmassen und verschieden dicke und poröse Drüsenschläuche enthalten. Die Speicheldrüsen aber z. B. zeigen in beiderlei Beziehungen keine so durchgreifenden Unterschiede von den benachbarten Lederhautdrüsen, daß sich nach der Annahme der einfachen Filtration einsehen ließe, weshalb die ersteren ein so wasserreiches Secret wie den Speichel liefern, die letzteren nur Fett absondern. So viel Wahres auch, wie wir bald sehen werden, in dieser Filtrationsidee liegt, so sehr ist sie einseitig festgehalten, ohne Zweifel irrthümlich. Allein aus Gründen, welche schon früher angeführt wurden, wäre es eben so einseitig, wenn wir die Drüsenschläuche allein für das Bildende hielten. Die Eigenthümlichkeit des Absonderungsproductes ist eben das einfache Resultat einer Reihe von complicirten Bedingungen, welche in jeder eigenthümlich gebauten und an ihren bestimmten Platz gestellten Drüse auf besondere Weise verbunden erscheinen. Suchen wir nun zuvörderst diese Verhältnisse näher zu prüfen, so ergeben sich nach unseren gegenwärtigen Kenntnissen folgende Resultate.

Vor allem bestimmt die chemische Affinität hier, wie bei jedem endosmotischen und exosmotischen Processe, die Natur der Bewegung der Stoffe und wird in dieser Beziehung weder durch den vorherrschenden Druck, noch durch die Geschwindigkeit der einen bewegten Flüssigkeit überwunden. Dieses versinnlicht z. B. folgender Versuch. Man bindet eine thierische röhrige Haut, z. B. am besten ein Stück einer größeren Vene a an einen Trichter b. An das andere Ende befestigt man eine zweckmäßig gekrümmte Abflußröhre c. Nun füllt man z. B. ein Gefäß d mit einer Auflösung von Eisenkaliumcyanür, während man ein anderes Gefäß als Auffanggefäß e an passendem Orte bereit hält. Während nun ein Gehülfe eine Lösung von Eisenchlorid in den Trichter b eingießt, taucht man die Vene, sobald die Flüssigkeit durch die offene Mündung der gebogenen Röhre c austritt, in die Lösung des Eisenkaliumcyanür und läßt in den Trichter immer neue Eisenchloridsolution nachgießen, damit der Strom fortdauere. Zu diesen Versuchen bediente ich mich der äußeren und inneren Jugularvene und der Schenkelvene des Menschen. Die Lösung des Eisenkaliumcyanür hatte ein specifisches Gewicht von 1,041 [1]), die der Solution des

Fig. 30.



[1]) Alle diese sp. Gew. sind der Genauigkeit wegen nicht durch das Aräometer, sondern durch die Wage bestimmt.

Eisenchlorids ein solches von 1,018. In diesem Falle blieb das ruhende blausaure Eisenkali, der Versuch mochte noch lange fortgesetzt werden, vollkommen ungefärbt. Das Eisenchlorid lief ebenfalls dunkel braungelb ab. Allein schnitt man die Vene, welche äußerlich keine Spur einer veränderten Färbung darbot, nach beendigtem Versuche auf, so zeigte sie an ihrer Innenfläche die intensivste Farbe des Berlinerblau. Wurde nun mit einem anderen Venenstücke der Versuch in umgekehrter Weise angestellt, so blieb die Innenhaut der Blutader, welche mit dem strömenden Eisenkaliumcyanür in Berührung stand, vollkommen unverändert. In dem umgebenden ruhenden Eisenchlorid dagegen stellte sich bald der blaue Niederschlag ein. Um dieses Experiment schlagend zu erhalten, muß man jedoch genau nachsehen, daß die Vene keine verdünnte Stelle habe. Sonst bekommt man Resultate, welche, durch diesen Nebenumstand getrübt, mit keinen Gesetzen irgend einer Art vereinbar sind. So z. B. ereignete es sich mir, daß, als ich in gleicher Art mit Venen des Pferdes experimentirte, der Niederschlag immer in der umgebenden Flüssigkeit auftrat, diese mochte Eisenkaliumcyanür oder Eisenchlorid enthalten, das innere Fluidum mochte strömen oder ruhen, es mochte unter einer Druckhöhe von mehr als 2 Fuß stehen oder nicht.

Ganz die gleiche Präponderanz der chemischen Affinität erscheint bei einem anderen Versuche, den man, um die angebliche Einwirkung der Strömung darzuthun, angeführt hat (Kürschner) [1]). Taucht ein Darmstück des Kaninchens, durch welches ein Strom einer Eisenchloridlösung fließt, in eine ruhende Auflösung von Schwefelcyankalium, so läuft die in Bewegung begriffene Flüssigkeit sehr bald gefärbt ab, während die ruhende sich bei einem langsamen Strome später, bei einem schnelleren gar nicht verändert Ich habe den Versuch mit dem oben abgebildeten Apparate wiederholt. Als thierische Röhre diente die Schenkelvene des Menschen. Die Eisenchloridlösung hatte ein specifisches Gewicht von 1,018, die des Schwefelcyankalium ein solches von 1,0287. War das Eisenchlorid das strömende, das Schwefelcyankalium das ruhende, so zeigte sich die ablaufende Flüssigkeit binnen Kurzem bräunlich gefärbt, während die Auflösung des Schwefelcyankalium wasserhell und farblos, wie sie ist, blieb; man mochte das Experiment, so oft man wollte, wiederholen. Die Innenfläche der Vene erschien sehr schön bräunlich-kirschroth. War dagegen umgekehrt das Schwefelcyankalium das fließende, das Eisenchlorid das ruhende, so wurde dieses gefärbt, während die Innenhaut der Vene total farblos blieb. Die Combination von Eisenchlorid und Schwefelcyankalium eignet sich überhaupt zu delicaten Endosmoseversuchen deshalb nicht, weil der dunkel-kirschrothe bis braune Niederschlag, welcher durch die Vermischung beider Flüssigkeiten entsteht, in einem Ueberschusse von Schwefelcyankalium löslich ist und man dann eine goldgelbe Flüssigkeit erhält, die von einer verdünnten Eisenchloridlösung nicht zu unterscheiden ist.

Wird aber so die Natur des Niederschlages von der chemischen Affinität bestimmt, so hängt allerdings die Menge desselben von der Größe des Druckes und der Geschwindigkeit der Bewegung ab. Daß bei ruhenden Flüssigkeiten ein größerer hydrostatischer und absoluter Druck unter sonst gleichen Verhältnissen und, sobald es die chemische Affinität erlaubt, eine bedeutendere exosmotische Strömung bedinge, wurde schon früher (§. 55) angeführt und erhellt auch aus folgendem Versuche. Man binde an ein Venenstück an beiden Enden zwei Glasröhren und gieße dann, indem die Blutader die Krümmungsparthie darstellt, so viel Eiweißlösung ein, daß sie bei senkrechter Stellung der Glasröhren im hydrostatischen Gleichgewichte steht und daß die Höhe der beiderseitigen Flüssigkeitssäulen nicht sehr bedeutend ist. Nun tauche man den gebogenen Venentheil in destillirtes Wasser und lasse ihn genau 60 Secunden darin. Hierauf kittet man an die eine Glasröhre eine zweite sehr lange luftdicht an und gießt, indem ein Gehülfe an dem freien Ende der anderen Röhre zuerst die Luft herausläßt und später zuhält, so viel Eiweißlösung hinein, daß diese in dem längeren Arme fußhoch steht. Auch kann man zwei Röhren der Art beiderseits stark füllen. Taucht nun die Vene wiederum genau 60 Secunden in destillirtem Wasser, so wird man finden, daß das letztere mehr Eiweiß als im ersteren Falle enthält, daß es z. B. von salpetersaurem Quecksilberoxydul stark niedergeschlagen wird, während dieses das erstere kaum trübt [2]). Um diesen Ausspruch auch mit

---

[1]) Kürschner in R. Wagner's Handwörterbuch der Physiologie. Braunschweig. 1842. Bd. I. S. 64.

[2]) Die Behandlung der Venen zu allen diesen Versuchen geschieht auf folgende Weise.

Zahlen belegen zu können, bestimmte ich das specifische Gewicht der einzelnen gebrauchten Flüssigkeiten und zwar der Genauigkeit wegen durch möglichst scharfe Abwägungen derselben Volumina auf der chemischen Wage. Als thierisches Rohr diente hierbei die Vena poplitea eines 58jährigen Mannes. Das zum Grunde gelegte, in einem der bekannten zu diesem Zwecke bestimmten graduirten Fläschchen genommene Volumen des angewandten destillirten Wassers wog 2,431 Grm., das gleiche Volumen der gebrauchten Auflösung des flüssigen Hühnereiweißes 2,504 Grm. Diese hatte mithin ein spec. Gew. von 1,03002. In dem ersten Versuche betrug die hydrostatische Druckhöhe in jeder der beiden Säulen 48 Millimeter. Das Volumen der in den Röhren und der Vene befindlichen Eiweißlösung glich 0,10 franz. Cub. Zoll, das des umgebenden, in einer flachen Schaale enthaltenen destillirten Wassers 0,45 Cub. Zoll. Nach einer gegenseitigen Einwirkung von genau 60 Secunden wog das zum Grunde gelegte Volumen des umgebenden destillirten Wassers 2,448 Grm. Es hatte mithin ein spec. Gew. von 1,006993 und zeigte also eine Zunahme von beinahe 0,007. Bei dem zweiten Versuche betrug die hydrostatische Druckhöhe in der einen verlängerten Röhre 705 Millimeter. Das umgebende destillirte Wasser besaß nach 60 Secunden Einwirkung und bei dem gleichen Volumen ein absolutes Gewicht von 2,472 Grm. Dieses giebt ein specifisches Gewicht von 1,016865. Wir haben also eine mehr als noch einmal so große Zunahme wie in dem ersten Versuche. Dabei zeigte das umgebende Wasser nach dem Experimente einen Rauminhalt von 0,58 Cub. Zoll, die angewandte bedeutend größere Menge von Eiweißlösung einen solchen von 1,11 Cub. Zoll. Das gleiche Volumen der letzteren wog 2,492 Grm. Sie hatte mithin jetzt ein spec. Gew. von 1,025092. Da nun das ursprüngliche spec. Gew. der Eiweißlösung 1,03002 betrug, so hatte dieses durch Wasseranziehung während des zweiten Versuches 0,004028 an Eigenschwere verloren. Aus den Proportionen des destillirten Wassers in beiderlei Versuchen ersehen wir aber, daß unter sonst gleichen Verhältnissen, welche ohnedies eine exosmotische Strömung bedingen, diese durch eine bedeutendere hydrostatische Druckhöhe verstärkt wird.

Der Einfluß der Geschwindigkeit einer in Bewegung begriffenen Flüssigkeit auf diese Erscheinungen läßt sich bei Combinationen von Eisenchlorid und Eisenkaliumcyanür oder von dem ersteren und Schwefelcyankalium unmittelbar wahrnehmen. Die Niederschläge erscheinen nämlich im Allgemeinen um so sparsamer und vertheilter, mit je größerer Schnelligkeit die Flüssigkeit durchgetrieben wird. Wahrscheinlicher Weise liegt der Grund dieser Thatsache darin, daß die Flüssigkeitstheilchen, je rascher sie längs der porösen thierischen Haut dahingehen, um so weniger Zeit finden, durch die Poren der Membran hindurchzudringen. Nun haben wir bei dem Kreislaufe (§. 368) gesehen, daß die Schnelligkeit der Blutbewegung in den Capillaren äußerst gering und unbedeutender als in den Arterien und den Venen ist. Es werden daher die feinsten Blutgefäßnetze schon deshalb die günstigsten Momente darbieten, um die Secretionsdurchschwitzungen zu bewirken. Hierbei müssen dann die arteriellen Capillaren thätiger als die venösen sein. Ihre sehr dünnen Wandungen werden zwar diese Erfolge wesentlich begünstigen. Allein dieser Moment ist wahrscheinlich nur von untergeordneter Natur, weil auch die kleinen Arterien und Venen von Wänden noch eingeschlossen werden, welche den Act des Durchtrittes von Stoffen nicht wesentlich beschränken oder verzögern können.

Schon früher (§. 278.) haben wir gesehen, daß selbst dickere thierische Häute, wie z. B. die des Dünndarmes weit bessere Filtra als das beste chemische Filtrirpapier darstellen. Studirt man diese Erscheinungen näher, so zeigt sich, daß vorzüglich dichter gewebte thierische Membranen einzelne mechanische Mischungen, welche wir sonst nicht als

---

Man schneidet die Blutader mit möglichst vielen Nachbartheilen heraus, zieht sie auf einer passenden Glasröhre auf und präparirt sie rein, jedoch so, daß keine verdünnte Stelle übrig bleibt. Nun bindet man eine Glasröhre in das eine Ende derselben ein, verschließt alle Nebenäste durch passende Ligaturen, hält das andere Ende zu und bläst Luft ein. Man erkennt so die Stellen, welche noch nicht verschlossen sind. Sind auch diese unterbunden, so setzt man in das andere Ende der Vene ebenfalls eine Röhre, befestigt auch sie durch eine Ligatur, bringt die Blutader unter Wasser und bläst durch die eine Röhre ein, während man das andere zuhält. Steigen dann keine Luftblasen empor und beutelt sich keine besonders verdünnte Stelle der Vene auf auffallende Weise auf, so kann der Apparat zu ferneren Versuchen gebraucht werden.

solche erkennen würden, zu scheiden im Stande sind. Eine sehr verdünnte Eiweißlösung z. B., welche uns noch unter dem Mikroskope als ein gleichförmiges Fluidum erscheint, wird durch unverletzte und vorher getrocknete Pferdepleura so geschieden, daß eine wasserreichere Flüssigkeit hindurchtritt und eine concentrirtere auf dem Filtrum zurückbleibt. Aehnliche Erfahrungen liefert das reine vorher schon mehrere Male durch Papier filtrirte Blutserum, sogar wenn aus ihm durch zweimaliges Kochen der größte Theil des Eiweißes ausgeschieden worden. Eine gesättigte Kochsalzlösung dagegen dringt durch die Pferdepleura unverändert hindurch [1]). Hieraus ergiebt sich, daß fein gewebte thierische Häute noch im Stande sind, die geringsten mechanischen Mischungen zu sondern, daß sie dagegen natürlicher Weise eine wahre chemische Auflösung weder verdünnter, noch concentrirter machen.

Es unterliegt kaum einem Zweifel, daß die Wandungen der Drüsenkanäle mindestens eben so dicht, wahrscheinlich aber viel dichter als die Pferdepleura gewebt sind. Da nun dieses selbst bei Serum, aus welchem die größte Menge des Eiweißes herausgefällt worden, eine verdünntere Flüssigkeit durchtreten läßt, so wird etwas Aehnliches auch bei den Drüsen Statt finden. Diese Erscheinung giebt einen Fingerzeig, weshalb die Secrete wässeriger als das Blut sind, nicht selten relativ mehr Salze und weniger organische Stoffe enthalten. Dagegen vermögen diese Phänomene nicht Alles aufzuhellen. Denn sie erklären z. B. nicht, weshalb Eiweiß und Faserstoff in den meisten Secreten gänzlich mangeln. Hierfür scheinen eher andere Versuche zu zeugen. Verschloß man nämlich einen Cylinder durch die Eischaalenhaut des Huhnes dergestalt, daß deren Innenfläche die äußere Fläche der Scheidewand bildete, füllte das Gefäß mit Wasser und tauchte es in Blutserum oder Hühnereiweiß, so traten im Anfange nur Salze und eine an Speichelstoff erinnernde Materie durch. Das Eiweiß zeigte sich erst am zweiten bis dritten Tage in dem destillirten Wasser (Bruecke) [2]). Hier scheinen also noch eigenthümliche Anziehungsverhältnisse, deren nähere Verhältnisse künftige Erfahrungen ermitteln müssen, vorzuherrschen.

Bei jenen Scheidungen mechanischer Gemenge durch thierische Häute sind die Poren der letzteren ein Hauptbestimmungsglied. Je größer sie werden, um so mehr werden sie sich in ihrer Fähigkeit dem Filtrirpapiere annähern, d. h. um so leichter müssen consistentere Gemenge hindurchgehen. Dieses Ziel kann aber auf dreifachem Wege erreicht werden, 1) durch Verstärkung des Druckes, unter welchem sich das eine Fluidum, z. B. das Blut befindet. 2) Durch Verringerung der Geschwindigkeit desselben, so daß alsdann das Verhältniß ruhender Flüssigkeiten eintritt, und 3) durch Erschlaffung der Membran selbst. Diese Momente scheinen darauf hinzudeuten, weshalb z. B. der Harn bei Entzündung der Nieren Eiweiß und Blutfarbestoff, bei Albuminurie nur das erstere in beträchtlicher Menge darbietet.

Werden eine concentrirtere Flüssigkeit und eine minder concentrirte durch eine thierische Haut von einander geschieden, so nimmt die letztere aus der ersteren im Anfange, wenn nicht ausschließlich, doch bei weitem vorherrschend Wasser auf (Ludwig) [3]. Hierdurch können vielleicht concentrirtere Secrete, wie wir bei der Urinabsonderung sehen werden, auf Kosten der umgebenden Fluida verdünnter werden.

Endlich haben noch die neueren mikroskopischen Untersuchungen eine andere Theorie des Absonderungsprocesses hervorgerufen. Wir wissen, daß die Graaf'schen Follikel am Ende ihres Lebenslaufes bersten und ihren Inhalt ergießen. Die Peyer'schen Drüsen, die vereinzelten Drüsenbläschen des Darmes sind ebenfalls geschlossene, mit einer Flüssigkeit gefüllte Bläschen, welche in der Regel keine Spur einer Ausführungsmündung darbieten. Nach einigen Forschern dagegen (Böhm, Krause u. A.) zeigen sie bisweilen in der Mitte ihrer Oberfläche eine Oeffnung, welche gewissermaßen an den Einriß der Graaf'schen Follikel erinnert. Auch an anderen Häuten, wie z. B. den der Schleimhaut des Magens, dem Bauchfelle der Tuben, bemerkt man nicht selten ähnliche Gebilde. In der Gebärmutter sind sie als sogenannte Ovula Nabothi längst bekannt. Man stellte

---

1) Das Nähere dieser Verhältnisse s. Repertorium Bd. VIII. S. 69—77.

2) E. Bruecke de diffusione humorum per septa mortua et viva. Barolini. 1842. 8.

3) C. Ludwig Beiträge zur Lehre vom Mechanismus der Harnsecretion. Marburg. 1842. 8.

sich daher vor, daß sie in Form von geschlossenen Zellen entstehen und sich später nach der Gegend der benachbarten freien Oberfläche hin öffnen. Sie werden hierbei gleichsam einen temporären Ausführungsgang erhalten, um ihren Inhalt als Secret zu ergießen [1]). Dieser Hergang findet natürlich auf die baumförmig verzweigten und die röhrigen Drüsen keine Anwendung, da alle Endtheile von diesen bleibend sind, während jene Bläschen nach der eben geschilderten Vorstellung nur vorübergehende, eben so leicht auftretende als wiederum verschwindende, Gebilde darstellen würden.

Dagegen berühren die Verhältnisse des inneren Epithelium alle Drüsen ohne Unterschied. Es ist bekannt, daß jene in den Endtheilen aus Körpern oder Zellen bestehen, daß diese sowohl in ihrer Schichtung zahlreicher werden, als in ihrer Ausbildung fortschreiten, je mehr wir uns dem Hauptausführungsgange nähern. Die blinden Endtheile der Drüsen sind stets mit solchen kernartigen Körnern verhältnißmäßig bedeutend gefüllt. Unter dieser Voraussetzung aber fragt es sich, ob nicht diese Gebilde auf die Natur des Secretes wesentlich einwirken. Nach der gewöhnlichen Vorstellung, welche von den mikroskopischen Untersuchungen abstrahirt, strömt aus dem Blute, welches durch eine Drüse fließt, ein Fluidum erosmotisch aus. Dieses wird zuerst als Ernährungsflüssigkeit für die benachbarten Gewebtheile verwandt. Was dann bei der reichlicheren Secretion nach den freien Oberflächen der Drüse hin übrig bleibt, fließt als Secret ab. Man kann sich hierbei aber auch denken, daß diese Flüssigkeit erst noch zur Präcipitation und Organisation jener Körner verwandt werde, oder diese aufgelöst in sich aufnehme oder sich in beiderlei Hinsicht betheilige, oder daß charakteristische Secretionsstoffe erst in diesen neugebildeten Zellen entstehen (Schwann, Pappenheim, Henle, Goodsir). Theoretisch genommen hatte diese Idee in sofern viel wahrscheinliches, als die Flüssigkeit, welche das Secret liefert, mit jenen Theilen in Wechselwirkung kommen muß, als sich z. B. denken läßt, daß bei dem wässerigen Speichel keine oder nur eine schwache Auflösung Statt finde, bei dem zähen Schleime dagegen diese mit Umsetzung der organischen Materie zu Stande komme und so die größere Dichtigkeit und Zähigkeit des Secretionsproductes bedinge. Allein ein definitiver Beweis dieser Ansicht scheint noch zu fehlen. Nur in der Leber haben wir vielleicht einen Beleg, welcher, sicher constatirt, sogar noch weiter führen könnte. In den Leberzellen nämlich, welche wahrscheinlich nur sehr eigenthümliche Epithelialzellen der letzten Vertheilungen der Gallengänge sind, finden wir gelbe Körnchen oder unbestimmtere Massen, welche als Zelleninhalt erscheinen und mit der gelben Galle, vorzüglich dem Farbestoff derselben, so weit sich dieses durch mikroskopische Reactionsprüfungen ausmachen läßt, übereinstimmen. Wir haben daher hier einen Secretionsstoff als Zelleninhalt. Auf einige ähnliche Beispiele, welche bei wirbellosen Geschöpfen vorkommen, hat Goodsir [2]) aufmerksam gemacht. Man kann sich nun entweder vorstellen, daß diese Producte durch Platzen der Zellen oder Zerstörung derselben frei oder daß sie, wenn sie löslich sind, durch die nachkommende Absonderungsflüssigkeit auf erosmotischem Wege hervorgelockt werden, um als Bestandtheil des Secretes zu erscheinen.

Die Abführung des gebildeten Secretes erfolgt ebenfalls durch 456
eine Combination mehrerer Verhältnisse. Da die Drüsenschläuche nach der einen Seite hin offen sind, so muß in dieser Richtung der Widerstand gering sein. Vorzugsweise wird dieser Fall da eintreten, wo die freie Mündung an der äußeren Haut oder an offen bleibenden inneren Höhlungen liegt. Dauert nun die Secretion an den blinden Enden fort, so muß das Absonderungsproduct mit mehr Leichtigkeit fortgeschoben werden, weil es an seinem Platze verharrend und die Drüsengänge übermäßig ausdehnend auf eine größere durch den Druck der Nachbartheile bedingte Renitenz stoßen würde. Auf diese Weise schiebt sich zum Theil das in den Talgdrüsen der äußeren Haut abgesonderte Fett, der in den Drüsen

---

[1]) J. Henle allgemeine Anatomie. Leipzig. 1841. S. 899.

[2]) Transactions of the Royal Society of Edinburgh. Vol. XV. Part. II. Edinburgh. 1842. 4. p. 296. 98.

der Schleimhäute entstandene Schleim so lange vorwärts, bis sie die Ausgangsmündung überschreiten und an die entsprechende freie Oberfläche gelangen. Bedenken wir ferner, daß bei der luftdichten Aneinanderlagerung aller inneren Gebilde jede Volumensveränderung eines benachbarten Organes sogleich einen Druck auf die anstoßenden Theile ausübt, so muß auch dieser die Absonderungsmasse, welche in den Drüsenschläuchen schon vorbereitet liegt, fortpressen und wieder nach der Gegend des geringsten Widerstandes, d. h. nach der Endöffnung des Hauptausführungsganges befördern. Auf diese Weise wird z. B. jede peristaltische Bewegung eines Darmstückes zugleich Schleim an die Oberfläche der Schleimhaut befördern. Indem sich der mit Speisen gefüllte Magen zusammenzieht, bringt er nicht nur die Schleimhaut mit den Nahrungsmitteln in innigere Berührung, sondern treibt auch aus den Magendrüschen Magensaft hervor und bewirkt so, daß die zu verdauenden Theile an ihrer Oberfläche mit der sie angreifenden Magenabsonderung bestrichen werden. Hört aber die Zusammenziehung und mit ihr der Druck auf die Magendrüschen auf, so ziehen diese dann nur um so eher neue Absonderungsflüssigkeiten an. Es entsteht so eine neue Zufuhr von Secret, welches mit der nächsten Zusammenziehung wiederum theilweise oder gänzlich ausgepreßt zu werden vermag.

Sowohl jene Vis a tergo aber, als diese Contractionen der Nachbargebilde würden, vorzüglich bei den größeren Drüsen, nicht hinreichen, das Secret mit der gehörigen Schnelligkeit und Pünktlichkeit hervorzutreiben. Deshalb stellte die Natur in der Mittelhaut der Drüsengänge contractile Gebilde her. Die Ausführungsgänge größerer Drüsen, wie z. B. der Gallenabführungsgang, der Harnleiter, der Samenausführungsgang zeigen nicht selten, wenn sie gereizt werden, sehr lebhafte peristaltische Bewegungen. An der Luftröhre beobachtet man bisweilen unter ähnlichen Verhältnissen schwache Contractionserscheinungen. Die Lungen mittelgroßer Thiere, wie z. B. des Hundes, ergeben zwar für das freie Auge, wenn man einen galvanischen Strom durch sie hindurchleitet, keine Volumenveränderungen. Befestigt man aber an die Luftröhre ein hinreichend empfindliches Manometer, so schwankt die Flüssigkeit mit jedem Acte des Durchtrittes des galvanischen Stromes, zum Beweise, daß auch hier Contractilitätsphänomene zum Vorschein kommen. An den größeren Drüsengängen lassen sich auch einfache Muskelfasern oder contractile muskulöse Fasern durch das Mikroskop nachweisen. In der Mittelhaut der feineren und feinsten Drüsenschläuche ist dieses zwar nicht möglich; allein wenn wir bedenken, daß sie allmälig in jene übergehen und daß selbst Membranen, welche unter unseren vergrößernden Instrumenten keine deutliche Faserstructur mehr darbieten, noch sehr contractil sein können, so dürfen wir sogar annehmen, daß solche Zusammenziehungserscheinungen allen Drüsenschläuchen mehr oder minder zukommen und zur prompten Entleerung des Secretes wesentlich beitragen.

457 Viele Absonderungsproducte, wie z. B. die Hautschmiere, der Schleim, der Speichel, gelangen, wenn sie aus dem Hauptausführungsgange ihrer entsprechenden Drüsen hervorgetreten, unmittelbar an ihren endlichen

Bestimmungsort. Andere dagegen, wie die Galle und der Urin, sammeln sich zuvor in eigenen Behältern, wie der Gallenblase und der Harnblase, an. Bei dem Samen kann ein momentan noch nicht gebrauchter Ueberschuß in einem Nebenreservoir, der Samenblase, niedergelegt werden. Bei den Thränen endlich strömt die Flüssigkeit, nachdem sie ihre hauptsächlichste Function, die Befeuchtung der Bindehaut, erfüllt, in einen eigenen Behälter, den Thränensack, aus welchem sie alsdann allmälig in die Nasenhöhle abfließt. Alle diese Apparate sind im Wesentlichen bloße Erweiterungen und Vergrößerungen der Ausführungsgänge und zeigen daher außer der Innenhaut mit deren Epithelialbildung eine aus einfachen Muskelfasern oder muskulösen Fasern bestehende Mittelhaut. Da aber das angesammelte Absonderungsproduct ein größeres Volumen hat, mithin zu seiner Entfernung eine bedeutendere Druckkraft nöthig macht, so besitzen auch diese Behälter, vor allem die Harnblase, so zahlreiche Muskelfasern, daß deren Bündel sogleich in die Augen fallen und sogar ihrem verschiedenartigen Verlaufe nach in mehrere untergeordnete Muskelgruppen zerfällt werden können.

Die näheren Verhältnisse dieser Contractilitätserscheinungen, so wie des Einflusses des Nervensystemes auf die Absonderungen überhaupt werden in dem von dem Nervenleben handelnden Theile der Physiologie erörtert werden.

1) Absonderungen der äußeren Haut.

Das in der Cutis und vorzüglich den Tastwärzchen strömende Blut 458
kommt hier der freien Oberfläche der Lederhaut wegen im Ganzen in ein ähnliches Verhältniß wie in einem Absonderungsorgane, d. h. es giebt nach der freien Fläche hin mehr ab, als für die bloße Ernährung der entsprechenden Nachbartheile nöthig ist. Es entsteht auf diese Art ein Secret, welches ursprünglich tropfbar flüssig ist und organische Stoffe und Aschenverbindungen in vielem Wasser aufgelöst enthält. Da aber das in der Lederhaut fließende Blut von der atmosphärischen Luft nur durch thierische Häute, nämlich die Lederhautfasern und die Oberhautschichten, getrennt ist, so muß gleichzeitig, wenn auch in geringem Grade, eine Diffusion der Gase zu Stande kommen. Es wird daher Kohlensäure entfernt und eine entsprechende Menge von Sauerstoff eingenommen werden. Existirten nun keine verändernden Nebenmomente, so müßten wir an der äußeren Haut außer der eben erwähnten Wechselwirkung der elastisch-flüssigen Körper die Production einer tropfbar-flüssigen Mischung auftreten sehen. Dieses ist allerdings bisweilen der Fall. Wir nennen dann das hierbei gebildete Fluidum den Schweiß. Allein dieser zeigt sich nur ausnahmsweise und bei besonderen anregenden Ursachen. In der Regel bleibt unsere Haut, wenigstens für unsere unmittelbare sinnliche Wahrnehmung, mehr oder minder trocken.

Der Grund dieser Erscheinung liegt darin, daß das Blut nur so viel absetzt, als augenblicklich abdunstet und als Wasserdampf davongeht. Die festen Stoffe, welche in diesem Wasser aufgelöst sind, werden sich zum

Theil verflüchtigen. Zum Theil aber schlagen sie sich auf der Oberfläche der Haut nieder und erscheinen hier in der Form von Körnchen oder einzelnen Kryställchen, welche wir hin und wieder unter dem Mikroskope wahrnehmen. Diese Wasserabdampfung verbunden mit der davon gehenden Kohlensäure bezeichnet man mit dem Namen der Hautausdünstung. Nur wenn innerhalb einer bestimmten Zeit mehr Wasser austritt, als in demselben Zeitraume verdunsten kann, erzeugt sich ein Ueberschuß tropfbarflüssigen Secretes an der Oberfläche der Haut, d. h. wir schwitzen. Hört die vermehrte Hautabsonderung auf, so verdunstet das Wasser, sofern es nicht von den Kleidern eingesogen wird, nach und nach wiederum. Bei großer Aufregung kann eine solche Menge von Wasserdunst dem Körper entsteigen, daß es uns sogleich auffällt. Die Haut dampft alsdann auf eine unmittelbar sichtliche Weise. Dieses sehen wir einerseits bei sehr kalter Luft, wenn sich die Wasserdämpfe bald condensiren, und anderseits bei sehr heftigem Schwitzen. Ein Mensch, welcher ein Schweißmittel genommen, oder ein Pferd, welches durch angestrengtes Laufen in Aufregung versetzt worden, geben unmittelbare Belege hierfür.

Es ist eine physikalisch irrthümliche Vorstellung, wechle noch häufig wiederkehrt, wenn man sagt, daß der Schweiß durch Condensation der Hautausdünstung an der Oberfläche unserer Haut entstehe. Wenn sich in einem Gefäße Wasserdampf befindet, so schlägt er sich an den Wänden nieder, sobald diese niederer temperirt sind als die übrige eingeschlossene Luft. Aus demselben Grunde erhalten wir unsere eigene Ausdünstung in Form von Tropfen am Glase, wenn wir unseren Arm in einen Glascylinder stecken und diesen luftdicht verschließen. Die Wände sind dann kälter als die übrige Luft in dem Cylinder. Auf das Schwitzen selbst können aber diese Verhältnisse keine Anwendung finden Denn mit Ausnahme derjenigen Temperaturgrade der Luft, welche der unserer Eigenwärme mehr oder minder aleichkommen, ist die Haut immer höher temperirt als die umgebende Atmosphäre. Es kann daher nur ein Verdunstungsproceß, nicht aber ein Niederschlag von Wasser- oder Schweißtropfen entstehen.

Die Verdampfung des Hautwassers muß natürlich Wärme binden und auf diese Art die der äußeren Oberfläche unseres Körpers erniedrigen. Da nun bei höheren Temperaturen mehr Schweiß abgesondert wird und eine größere Menge desselben verdunstet, so erzeugt sich hierdurch eine Art von Regulator der Temperatur unserer Körperoberfläche. Sie erscheint deshalb, wenn die Atmosphäre denselben oder einen höheren Grad von Wärme hat als unser Organismus, niederer temperirt als jene.

459 Aus dem eben Dargestellten folgt, daß die Absonderung des Schweißes streng genommen immer in Thätigkeit ist, daß er aber in gewöhnlichen Zuständen nur in Dampfform zum Vorschein kommt, also als solcher nicht wahrgenommen werden kann. Wenn wir ihn in Gestalt von Schweißtropfen sehen, finden außerordentliche Momente, welche eine vermehrte Wasserausschwitzung aus den Blutgefäßen der Haut bedingen, Statt. Zu diesen gehören alle Ursachen, welche einen größeren Blutzufluß zur Haut erregen, wie z. B. äußere Wärme, Muskelbewegungen, sogenannte Schweißmittel. Die letzteren wirken entweder, wie warme Getränke, auf directem Wege, oder, wie Eis, indirect oder auf eine noch nicht deutlich erklärbare Weise, wie dieses z. B. bei dem essigsauren Ammoniak der Fall ist. Da aber mit vermehrter Schweißabsonderung auch eine größere Menge von Salzen hervortritt, diese dagegen, sofern sie nicht mit dem verdunstenden Wasser mechanisch fortgerissen werden, zurückbleiben müssen, so bildet sich dann

auch ein reichlicherer Niederschlag auf der Oberfläche der Epidermis, welcher mit der Hautabschuppung und der Hautschmiere vermischt wird.

Wahrscheinlicher Weise ist die Absonderung des Schweißes an keine besonderen Organe gebunden, sondern erfolgt aus allen Blutgefäßen der Haut ohne Unterschied. Unmittelbar nach der Entdeckung der Spiraldrüsen der Lederhaut einerseits durch Breschet und anderseits durch Purkinje und Wendt, erzeugte sich zwar die Vorstellung, daß diese eigenthümlichen Drüsen, welche keine so deutliche Fettabsonderung als die wahren Talgdrüsen der Lederhaut darbieten, zugleich die Secretionsorgane des Schweißes seien. Man nannte sie daher auch häufig geradezu Schweißdrüsen. Daß ihnen jedoch diese Rolle nicht zukommen könne, lehrt der Umstand, daß wir an allen Theilen unserer äußeren Körperoberfläche schwitzen, jene Spiraldrüsen dagegen nur an einzelnen Hautstellen zerstreut existiren. Allerdings zeigen sie an der Fußsohle einen hohen Grad von Ausbildung, und in der That haben vorzüglich einzelne Menschen eine besondere Geneigtheit, an den Füßen einen oft eigenthümlich riechenden und in besonderer Menge hervorquellenden Schweiß abzusondern. Allein einerseits beschränken sich solche Fußschweiße nicht bloß auf die Fußsohle, und anderseits bemerken wir an der Handfläche, welche nächst der **Planta pedis** die regulärsten und entwickeltsten Spiraldrüsen hat, keine besondere Neigung zu localer Schweißbildung. Die Achselhöhle dagegen, die Inguinal- und Skrotalgegend, die Stirn und andere Stellen, welche zunächst zur Schweißerzeugung geneigt sind, besitzen keine in Zahl oder Ausbildung besonders hervortretenden Spiraldrüsen. Erwägen wir nun noch, daß einzelne den letzteren analoge Formen von Hautdrüsen häufig einen deutlichen Fettinhalt darbieten und daß die Spiraldrüsen in der Fußsohle und der Handfläche allein und ohne Fettdrüsen existiren, an diesen Theilen aber eine Art von Hautschmiere ebenfalls abgesondert werden muß, so hat die Ansicht mehr für sich, daß die Spiraldrüsen modificirte Talgdrüsen seien, und vielleicht nur weniger freies als aufgelöstes Fett liefern.

Das Hervortreten des Schweißes zeigt noch in manchen Punkten sehr viel Räthselhaftes. Es muß durch eine Reihe von Nebenmomenten, welche wir häufig nicht genau verfolgen können, bedingt werden. So klar es z. B. ist, weshalb alle Ursachen, welche einen vergrößerten Blutzufluß zur Haut erregen, auch eine Vermehrung der Schweißabsonderung bedingen, so dunkel erscheint es, weshalb z. B. ein Fieberkranker, ein Typhöser u. dgl. an seiner unleidlich warmen Haut, selbst unter dem Einflusse äußerer höherer Temperatur oder innerer Schwitzmittel, keinen Tropfen Schweiß producirt. Die Beschaffenheit seiner Blutmasse kann nicht die Ursache dieser Erscheinung sein. Denn sie enthält bei Fiebern noch genug und im Typhus oft eher zu viel als zu wenig Wasser. Es bleibt daher nur die Annahme übrig, daß dann die Wandungen der Capillaren und die übrigen Gewebe der Haut so sehr zusammengezogen sind und so enge Poren darbieten, daß sie selbst Wasser und Auflösungen hartnäckig zurückhalten. Man kann sich dieses durch folgenden Versuch versinnlichen. Eine zwei Mal filtrirte Eiweißlösung, welche so sehr verdünnt war, daß sie nach der auf der chemischen Wage gemachten Bestimmung nur ein sp. Gew. von 1,01517 hatte, filtrirte noch nicht durch, wenn das untere Ende des Trichters, in welchem sie sich befand, mit der einfachen oder doppelt genommenen, vorher getrockneten, postpapierähnlichen und wieder aufgeweichten Pleura des Pferdes fest zugebunden war. Obgleich die in dem Trichter befindliche Eiweißsolution 20,830 Grm. wog, so gingen in einer Reihe von Tagen innerhalb der mit Wasserdampf gesättigten Atmosphäre kaum 2 - 3 Tropfen durch. Hätte sich auf der anderen Seite des thierischen Häutchens Wasser befunden, so wäre ohne Zweifel ein endosmotisches und exosmotisches Strömungsverhältniß zu Stande gekommen. Wir können uns daher vorstellen, daß die Gewebe bei jenen Zuständen, welche trotz der sonst die Schweißbildung begünstigenden Momente nichts desto weniger eine pergamentartig trockene Haut darbieten, ein ähnliches Verhältniß wie jenes Lungenfell des Pferdes zeigen. Erweitern sich die Poren wiederum, so kann auch mehr Wasser frei hervortreten. Nach demselben Principe erhalten wir wenigstens einen Fingerzeig für die Erklärung der localen Schweißbildungen. Es giebt Menschen, welche bei der geringsten Gelegenheit zu schwitzen anfangen. Manche Individuen, welchen eine Unterhaltung Schwierigkeiten verursacht, zeigen bald Schweißtropfen im Gesichte, z. B. an der Nase, der Stirne u. dgl. Häufig sehen wir dieses bei Stotternden. Der Angst, der Uebelkeit u. s. w. geht Schweißbildung an der Stirn parallel-

Alle Fälle kalten Schweißes lehren, daß die Erzeugung dieser Absonderung nicht einmal mit einer erhöhten Bewegung des Blutes und einem vermehrten Verbrennungsprocesse verbunden zu sein braucht. Jene Annahme einer Veränderung der Porenbeschaffenheit der entsprechenden Gewebtheile, welche man freilich kaum je direct wird beweisen können, scheint noch am ehesten diese Verhältnisse zu erläutern. Aus ihr dürfte sich auch erklären, weshalb in seltenen Fällen einzelne Personen nur an einer Seitenhälfte oder einer anderen local begrenzten Körperstelle schwitzen.

460 Die Menge des in tropfbar flüssiger Form hervortretenden Wassers wird, in mehrfacher Hinsicht, mit der Constitution der Atmosphäre in Verbindung stehen. Ist diese trocken, so muß sie mehr Wasserdampf aufnehmen als wenn sie feucht ist, und umgekehrt. Trockene und warme Luft wird in dieser Beziehung die größte, feuchte und kalte die geringste Dampfmenge entziehen. Es muß daher bei gleicher Quantität des ausschwitzenden Wassers im ersteren Falle weniger, im letzteren mehr Schweiß zum Vorschein kommen. Dieser wird in einer mit Wasserdampf gesättigten und warmen Luft sein Maximum erreichen. Belege hierfür liefern die russischen Dampfbäder oder ein in Federkissen vollkommen eingeschlossener Mensch, welcher ein Schwitzmittel zu sich genommen.

461 Die chemischen Bestandtheile des Schweißes stimmen mit demjenigen, was über die Bildung desselben schon früher bemerkt worden, überein. Seine größte Menge besteht aus Wasser, welches oft etwas Kohlensäure enthält. Schloß man den nackten Arm in einem Glascylinder luftdicht ein, ließ sich so die dampfartige Ausdünstung der Haut an Wänden des Gefäßes condensiren und sammelte dieselbe, so ergab sich eine Flüssigkeit, welche 98,75 — 99,50 % Wasser lieferte (Anselmino). Bei anderen Untersuchungen, welche an gichtischen oder an Lähmung der unteren Extremitäten leidenden und die Wassercur gebrauchenden Personen angestellt worden, zeigten sich sogar 99,30 — 99,55 % Wasser (Piutti) [1]. Das specifische Gewicht des Schweißes betrug 1,003 — 1,004. Dieselben Werthe hatte der Schweiß, welcher sich bei einem gesunden Individuum in einem Dampfbade im Gesichte niederschlug (F. Simon) [2].

Natürlicher Weise ist der von der Haut abgewischte Schweiß keine reine Auflösung, sondern mit dem von den Talgdrüsen der Cutis abgesonderten Fette und vorzüglich mit den sich losstoßenden oberflächlichsten und ältesten Blättchen der Epidermis vermischt. Er setzt daher auch die letzteren in Form von grauen Flocken ab und liefert einen Rückstand, welcher an Alkohol kleine Mengen von Fett abgiebt. Dieses letztere kann durch die Einwirkung der Luft und vielleicht auch der in dem Schweiße vorkommenden freien oder der zur chemischen Behandlung angewandten Säure in Fettsäuren übergehen. Daher nimmt man auch bisweilen, wenn man den Schweißrückstand mit Schwefelsäure behandelt, neben dem Geruche der sich entbindenden Essigsäure zugleich den nach Buttersäure wahr. Die freie Säure, welche der Schweiß unmittelbar nach seinem Austritte darbietet, scheint von Essigsäure herzurühren. Außerdem führt er eine oder mehrere

[1] F. Simon Handbuch der angewandten medicinischen Chemie. Bd. II. S. 332.
[2] Ebendaselbst S. 327.

organische Materien, deren genauere Bestimmung jedoch noch den Gegenstand künftiger Forschungen bilden muß. Das in ihm vorherrschende Salz ist Kochsalz, welches auch häufig in Würfeln auskrystallisirt. Nach diesem kommen Ammoniaksalze, wie Chlorammonium (Berzelius) [1], essigsaure Alkalien und etwas phosphorsaure Kalkerde nebst Spuren von Eisenoxyd. Die bisweilen wahrnehmbare Anwesenheit von Schwefel- oder schwefelsauren Verbindungen deutet darauf hin, daß auch eine schwefelhaltige Materie in geringer Menge mit dem Schweiße hervortrete. Man sieht aber hieraus, daß die Schweißbestandtheile eben nur solche Verbindungen organischer und unorganischer Substanzen, welche mit dem vielen austretenden Wasser hervorkommen müssen, darstellen.

Für die feineren Differenzen mancher in dem Schweiße enthaltenen Stoffe bildet das menschliche Geruchsorgan ein weit delicateres Unterscheidungsmittel als die chemische Prüfung. Es findet in dieser Beziehung dasselbe Statt, was wir bei vielen anderen Absonderungen und inneren Körpertheilen überhaupt wahrnehmen und von dem z. B. schon bei Gelegenheit der Excremente und der Hautausdünstung gehandelt worden. Wir wissen, daß der Schweiß, wenn er in größerer Menge hervortritt, im Allgemeinen sauer riecht, daß diese Eigenschaft vorzüglich dem der Füße, der Achseldrüsen u. dgl. zukommt, und daß manche Individuen eine eigenthümlich und in der Regel unangenehm riechende Hautabsonderung darbieten. Menschen mit feinem Geruchsorgane nehmen in dieser Beziehung noch Unterschiede, welche den meisten Anderen entgehen, wahr und percipiren Zustände, von denen die Uebrigen keine Ahnung haben. Vgl. §. 446.

Daß die chemischen Bestandtheile des Schweißes in verschiedenen Krankheiten verändert sein müssen, folgt schon theoretisch von selbst. Die freie Säure desselben war z. B. bei Zehrfieber (Prout), bei Wöchnerinnen (Anselmino), das freie oder gebundene Ammoniak bei Zersetzungskrankheiten vermehrt. Eine größere Menge von Kochsalz fand sich in dem Schweiße eines Wassersüchtigen (Prout). Bei Gicht und ähnlichen Leiden vergrößerte sich die Quantität der Salze. Im kritischen Schweiße eines rheumatischen Fiebers zeigte sich Albumin (Anselmino). Es fehlte dagegen in dem colliquantiven Schweiße eines Kranken, welcher an tuberkulöser Schwindsucht litt (F. Simon) [2]. Bei Gicht- und Steinkranken erscheint bisweilen als Residuum eine harnsaure Verbindung. Endlich führt der Schweiß in seltenen Fällen die in Wasser so leicht löslichen Farbestoffe, wie z. B. den des Blutes bei Skorbut, Faulfiebern u. dgl., den rothen des Urins bei Fieberkranken, den gelben bei Gelbsucht. In einzelnen sehr sparsamen Fällen wurden auch blaue Schweiße beobachtet. Endlich können Stoffe, welche innerlich als Medicamente gebraucht worden, wie Schwefel, Jod, Jodkalium, Kupfer, Chinin, Asa foetida, Safran, Indigo u. dgl. in dem Schweiße wiederkehren.

Die Aussonderung des Schweißes, sei es in dampfförmiger Gestalt 462
oder als tropfbar flüssiges Wasser, bildet bei der Größe der Oberfläche der äußeren Haut ein nothwendiges Moment für die Gesundheit unsers Körpers. Kann auf diesem Wege weniger Wasser entleert werden, so muß dieses aus anderen Bahnen hervortreten. Vorzugsweise vermehrt sich dann die Menge des Harns. Auf diese Art uriniren wir nach heftigem Schweiße und bei trockener und warmer Luft weniger als bei kühler und feuchter Atmosphäre. In wiefern sich aber bei den sogenannten Erkältungen die wässerige Hautabsonderung vermindere oder nicht, bedarf noch exacter physikalischer Untersuchungen.

---

[1]) Thierchemie S. 392.
[2]) a. a. O. S. 334. 35.

Daß nach der Erkältung die Hautausdünstung, wie man zu sagen pflegt, unterdrückt wird, ist kaum glaublich. Alle Symptome müßten dann in stürmischerem Maaße auftreten. Nur eine Verminderung derselben kann Statt finden. Aber selbst diese ist nicht durch directe Beobachtungen erwiesen, sondern wird nur aus der günstigen Einwirkung von Schweißmitteln erschlossen. Eben so bedarf noch die ärztliche Behauptung, daß nach sehr ausgedehnten Verbrennungen der Haut der Tod durch Unterdrückung der Hautausdünstung erfolge, der näheren Erhärtung. Für die Wahrscheinlichkeit dieser Thatsache sprechen allerdings die Erfahrungen über die schädlichen Einwirkungen, von welchen ein luftdichter Ueberzug der Haut begleitet ist. Bestreicht man diese bei Kaninchen, Hunden, Pferden u. dgl., nachdem die Haare abrasirt worden, mit einem hermetisch abschließenden Firniß, so gehen die Thiere früher oder später, immer aber in wenigen Tagen zu Grunde.

Die meisten pathologischen Vermehrungen der Schweißabsonderung sind uns noch sehr räthselhaft. Wenn Zehrfieberkranke, vorzüglich sobald sie eingeschlafen sind, vor Schweiß zerfließen, so scheint dieses durch eine bei der bedeutenden Abspannung des Nervensystems eintretende größere Porosität der Gewebe der Haut bedingt zu werden. Hierauf deutet auch die momentan gute Einwirkung des essigsauren Bleioryds gegen dieses belästigende Symptom hin. Daß mit dem Schweiße organische Krankheitsprodukte abgeführt werden können und daß er so, in größerer Quantität bereitet, ein kritischer zu werden vermag, ergiebt sich aus den Verhältnissen seiner Absonderung von selbst.

463 Die Talgdrüsen der Haut bereiten eine eigenthümliche Fettmasse, die sogenannte Hautschmiere. Ihre halbfeste Consistenz erklärt sich daraus, daß in ihr auf 24,2 Theile Stearin 12,6 extractartiger Materie nebst Elain kommen (Esenbeck). Sie bildet daher eine Art natürlicher Salbe, mit welcher die Haut mehr oder minder eingeölt, für Wasser undurchdringlicher und überhaupt vor äußeren Schädlichkeiten in höherem Grade gesichert wird. Die Menge, in welcher sie erscheint, ist nach den einzelnen Racen und den Individualitäten, sowie nach den besonderen Hautstellen sehr verschieden. Zuvörderst zeigen sich nämlich die Talgdrüsen an solchen Punkten, an denen eine größere Menge von Hornsubstanz bereitet wird. Ihre Anwesenheit in der Nähe der Oberhaut, die Existenz von meist zwei Talgdrüsen an der Wurzel eines jeden Haares beruhen auf diesem Principe, dessen chemische Ursachen schon §. 122 angedeutet worden sind. Außerdem geht auch, und zwar aus ähnlichen chemischen Gründen, mit dem Absatze von mehr Pigment das Erscheinen einer größeren Menge von Fett Hand in Hand. Die dunkleren Menschenracen und viele Individuen von dunklerem Teint bieten daher, wenn ihr Fett nicht auf anderem Wege verzehrt wird, eine vermehrte Absonderung der Hautschmiere dar. Endlich aber finden wir an denjenigen Stellen, welche Falten besitzen, ein erheblicheres Quantum von Hautfett, um vor den nachtheiligen Folgen der Reibung zu schützen. Die Natur bedient sich hier eben so des Fettes als Schmiermittels, wie wir dieses in gleicher Absicht in der Technik häufig genug zu gleichem Zwecke gebrauchen. Solche Stellen, an welchen Faltenbildungen zu schützen sind und an denen auch eine stärkere Entwickelung der Talgdrüsen existirt, sind z. B. die Gegend an und über den Nasenflügeln, die Achselhöhle, die Inguinalbuge, die Region der Geschlechtstheile u. dgl. mehr.

464 Da die Talgdrüsen mit keinem besonders contractilen Apparate zur Ausführung ihres Absonderungsproductes versehen sind, so erscheint auch

das Hautfett an der Oberfläche der Epidermis und der Haare mehr in Formen und Verhältnissen, wie sie durch zufällige oder berechnete Nebenumstände bedingt werden. Die vorzüglichsten Vehikel für die Aussonderung des Hautfettes bilden 1) die Vis a tergo, wodurch immer kleine Portionen Fett zu den offenen Mündungen der Hautdrüsen hervorgetrieben werden, so an die Oberfläche der Epidermis gelangen und hier entweder bis auf Weiteres liegen bleiben oder durch Reibung oder andere zufällige Verhältnisse entfernt oder an den Nachbartheilen verbreitet werden. 2) Die Zusammenziehungen der Lederhaut müssen natürlicher Weise auch die in ihr zu einem sehr großen Theile befindlichen Talgdrüsen zusammendrücken und deren Secret mehr oder minder hervorpressen. Diese beiden Momente sind, wie man leicht sieht, von keiner sehr bedeutenden Größe und reichen auch dahin, wo keine erheblichere Einsalbung der Haut nothwendig wird. Das Fett kommt in einzelnen Partikeln hervor und muß in Betreff seiner ferneren Verbreitung auf Zufälligkeiten warten.

Dagegen erreicht die Natur an denjenigen Stellen, welche ihrer Faltenbildungen wegen mit Hautsalbe gleichförmiger zu bestreichen sind, ihren Zweck auf einfachstem Wege. Alle solche Theile üben mehr oder minder häufig bedeutendere Bewegungen aus. So die Nasenflügel bei dem Athmen, die Achselgegend bei der Thätigkeit der Arme, die Inguinalbuge und die Gegend der äußeren Geschlechtstheile bei der der Extremitäten u. dgl. Hierbei wird dann das Hautfett nicht bloß in stärkerem Maaße hervorgepreßt, sondern auch über die sich gegenseitig drückenden und reibenden Oberflächen hingestrichen. Dieselbe Bewegung, welche ein intensiveres Einsalben nothwendig macht, versieht auch diese Function und liefert selbst unter der Voraussetzung einer stets hinreichenden Menge des in Bereitschaft gehaltenen Absonderungsproductes den nöthig werdenden Grad von Illination. Wenn wir daher an anderen Stellen der Oberhaut nur einzelne Fetttheilchen unter dem Mikroskope wahrnehmen, so zeigt sich hier bisweilen eine schon dem freien Auge mehr oder minder auffallende gleichförmigere Einsalbung der Epidermis.

Bei den Haaren haben wir aus anderen Gründen eine Vergrößerung des Fettgehaltes. Die reichlicheren Mengen von Hornstoff und Pigment bedingen hier nicht nur eine vergrößerte Absonderung in den beiden benachbarten Hautdrüsen, sondern erzeugen auch eine vermehrte Ausscheidung von Oel, welches wir häufig innerhalb der inneren Wurzelscheide desselben unter dem Mikroskope wahrnehmen können. Die Natur liefert auf diese Weise eine Art von Pomade, welche das Haar geschmeidiger und bei größerer Quantität zugleich glänzender macht. Wir finden daher an der Oberfläche des Epidermidalüberzuges des Haares einzelne Fettpartikeln und im Innern, vorzüglich nach der Wurzel hin, durchtränkendes Oel, dessen Quantität häufig bei hellen, trocknen und spröden Haaren merklich geringer als bei dunkelen, weichen und biegsamen ausfällt.

Aus Gründen, welche wir noch nicht genügend durchschauen können, vermehrt sich die Ab- und Aussonderung des Hautfettes nach der Erhöhung der Thätigkeiten anderer Apparate des Körpers. Vorzüglich gehören hierher die der Genitalien. In Folge der

geschlechtigen Aufregung und des Beischlafes vergrößert sich nicht nur die Menge des Fettes in der Haut der Nachbarschaft der Genitalien, sondern wir finden auch häufig die Absonderung der Talgdrüsen in der Nähe der Nasenflügel verstärkt, so daß diese Hautstellen des Gesichtes bisweilen auf auffallende Weise glänzen.

Unter dem Namen der Mitteſſer (Comedones) kennt man eine eigenthümliche krankhafte Abweichung der Fettdrüsen, vorzüglich des Gesichtes. Wir haben dann nämlich größere Bälge, welche einen wurstartig gestalteten, an seinem freien Ende oft schwärzlich gefärbten Fettinhalt führen. Dieser läßt sich durch stärkere Compression der Haut hervortreiben. Jedoch nützt dieses Mittel, welches von eitlern Personen nicht selten in Gebrauch gezogen wird, wenig, weil einerseits leicht eine entzündliche Affection der gedrückten Hautstelle entsteht und weil anderseits die Fettablagerung nicht selten binnen wenigen Tagen wiederkehrt. Der Sack selbst, in welchem die Fettmasse enthalten ist, geht wahrscheinlich aus dem entarteten Haarbalge hervor. Das in ihm sich anhäufende Fett bildet dann sehr leicht eine gute Nahrungsstätte für die bei den meisten Menschen vorkommenden, von Erdl, Simon, Henle und Mieſcher näher beschriebenen Milbenarten [1].

465 An einzelnen Stellen erlangt die Fettabsonderung der Haut einen eigenthümlichen Entwickelungsgrad. Vor Allem finden wir dieses in dem äußeren Gehörgange und an der Vorhaut. Es entsteht so das Ohrenschmalz und das Smegma praeputii. Das erstere scheint nach der mikroskopischen Untersuchung, wenn nicht rein, doch vorherrschend fettiger Natur zu sein. Nach chemischen Prüfungen ist es eine Verbindung von Fett mit Albumin und einigen extractartigen Stoffen (Berzelius) [2]. Sein Nutzen ist, das Trommelfell und den äußeren Gehörgang überhaupt in Verbindung mit den Härchen desselben zu schützen. Indem es nämlich wahrscheinlich als eine flüssigere Mischung von Fett und einem Proteinkörper hervortritt und längere oder kürzere Zeit in dem Gehörgange liegen bleibt, wird es immer consistenter und kann sogar nach uud nach erhärten und Schwerhörigkeit erregen. Gelingt dann seine Entfernung nicht auf unmittelbare mechanische Weise, so wird sie häufig durch die Anwendung von Oelen, wie Baumöl, Terpentinöl, Mandelöl wesentlich befördert. Das Smegma praeputii soll eine der Milch ähnliche Zusammensetzung haben, sich jedoch von dieser durch den Mangel an Milchzucker unterscheiden (Stickel). Sein Absonderungsproceß ist bei dem Dunkel, welches noch über der Structur der Präputialdrüsen schwebt, nicht hinreichend klar. Bei reichlicherer Excretion sammelt es sich zwischen Vorhaut und Eichel an, erhärtet aber nicht bei seiner vor Verdunstung geschützteren Lage im dem Grade wie das Ohrenschmalz. Nur krankhafter Weise erzeugen sich harte Theile der Art oder selbst wahre steinigte Massen, sogenannte Präputialsteine.

466 Außer der Bildung des Schweißes und des Fettes erfolgt noch ein anderer Absonderungsproceß an der Oberfläche des Corium, nämlich die sogenannte Oberhautabschuppung. Es bilden sich nämlich an den Grenzpunkten zwischen Epidermis und Lederhaut neue Zellen, welche zuerst bei ihrer Weichheit und Zartheit den sogenannten malpighischen Schleim darstellen, später dagegen verhornen und in die Epidermidalzellen und die

---

[1] Siehe J. Vogel Erläuterungstafeln zur pathologischen Histologie. Leipzig. 1843. 4. Tab. XII. Fig. VI. u. VII.

[2] Thierchemie. Vierte Auflage. S. 539.

Oberhautblättchen übergehen. Bei gefärbten Menschenracen treten auch vollständige Pigmentzellen zwischen ihnen auf. Da aber alle Epidermidalzellen schichtenweise liegen, so kommen auf diese Art die ältesten Lagen an die äußerste Oberfläche, während von ihr nach der Lederhaut hin immer jüngere auf einander folgen. Nun schuppt sich jedes Mal die äußerste Schicht los. Jede nachfolgende rückt daher auf entsprechende Weise weiter nach außen. Es wird so ein erneuerter, obwohl langsamer Absonderungsproceß frischer Zellen an der Oberfläche der Lederhaut nothwendig.

Das Materiale für diesen liefern die Blutgefäße, welche sich in der Lederhaut verbreiten. Da aber dieser Hergang nur sehr langsam erfolgt, so muß, wenn aus irgend einer Ursache zu viele Epidermidalzellen davon gehen, der Nachwuchs geringer als der Verlust ausfallen. Das Resultat dieses Mißverhältnisses bildet dann eine zu dünne Oberhaut, welche weniger schützt und das Tasten schmerzhaft macht. Umgekehrt kann sich in Folge von Druck oder vermehrter Zuströmung des Blutes zur Haut und vergrößerter Aussonderung von Material aus diesem eine zu starke Absonderung von Epidermidalzellen erzeugen. Die Haut wird dann schwielig oder bedeckt sich mit Krusten und Borken. Endlich gehört es zu dem normalen Abschuppungsprocesse der Oberhaut, daß die ältesten Epidermidalblättchen ihren continuirlichen Zusammenhang aufgeben. Werden sie dann losgestoßen, so bildet sich keine fortlaufende Haut, sondern ein mehlartiges Pulver, welches unter dem Mikroskope theils isolirte Blättchen, theils unregelmäßige Zusammenhäufungen mehrerer zeigt. Werden dagegen Epidermidalzellen, bevor sie den Culminationspunkt ihrer Ausbildung und insbesondere ihrer Verhornung erreicht haben, entfernt, so bilden sie, wie wir nach Hautentzündungen, Verbrennungen u. dgl. sehen, mehr oder minder große membranöse Fragmente, unter welchen dann eine noch zarte Oberhaut liegen muß.

2) Schleimabsonderung.

Mit dem Namen des Schleimes bezeichnen wir eine graue, zähe 467
Masse, welche sich nur mit dem Wasser mischt, nicht aber in ihm vollständig auflöst, an festen Körpern leicht anhängt und bei der Entfernung von denselben Faden bildet, dadurch die Oberflächen der entsprechenden Theile schützt und glatter macht, anderen Flüssigkeiten, denen sie zugemischt wird, eine größere Consistenz verleiht und mechanisch beigemengte Luft schaumartig bindet. Wir finden dieses Product mit den eben geschilderten allgemeinen Charakteren an der Oberfläche vieler Häute unseres Körpers, die wir auch deshalb mit dem besonderen Namen der Schleimhäute belegen. Hierher gehören vorzüglich die der Nasenhöhle und der Nebenhöhlen derselben, die der Eustachischen Trompete, der Mundhöhle, des weichen Gaumens, des Pharynx, der Speiseröhre, des Magens, des Darmcanales (der Gallenblase), der Athmungsorgane, der Harnblase, der Gebärmutter und der Scheide. An allen diesen Häuten haben wir eine

so sehr ausgesprochene Schleimabsonderung, daß diese sogleich dem freien Auge auffällt.

Bei der Verschiedenheit der Membranen und der Drüsen, welche Schleim liefern, läßt sich schon theoretisch erwarten, daß auch das Absonderungsproduct nicht überall das Gleiche sein werden. Dieses bestätigt auch zum Theil die chemische Prüfung. Allein zu ganz sicheren und scharfen Resultaten kann man hier aus dem Grunde nicht gelangen, weil der Schleim selbst, so lange er normal ist, in zu geringer Menge vorkommt und — was in noch höherem Grade hindert — kein reines Product ist, sondern immer Epithelialzellen und vorzüglich Kerngebilde, sogenannte Schleimkörperchen auf untrennbare Weise beigemischt enthält. Unter diesen Verhältnissen kann die Physiologie der Schleimabsonderung nur diejenigen unvollständigen Resultate enthalten, welche sich aus der unmittelbaren mikroskopischen Untersuchung und der qualitativen chemischen Prüfung ergeben.

468 Vergleichen wir die einzelnen Schleimhäute ihren anatomischen Verhältnissen nach unter einander, so finden wir, daß die Absonderung des Schleimes weder an eine bestimmte Form von Drüsen, noch an die Existenz von solchen überhaupt gebunden ist. Der weiche Gaumen z. B., welcher immer mit vielem Schleime überzogen ist, bietet sehr zahlreiche zusammengesetzte Drüsen dar. Die benachbarten Mandeln haben große Höhlenräume, welche beständig mit Schleim angefüllt sind. Die nicht minder schleimreiche Innenhaut des Jejunum erhält wahrscheinlich die größte Menge ihres Absonderungsproductes aus den Lieberkühnschen Drüsen, welche bloß einfache Schleimgruben darstellen. An der Gallenblase lassen sich keine complicirter gebauten Drüsenformationen darstellen. Wir müssen daher, so lange wir nicht die Detailsunterschiede dieser verschiedenen Schleimarten kennen, auf den Nachweis einer innigen Beziehung zwischen der Beschaffenheit des Schleimes und der Form der Schleimdrüsen aufgeben, obgleich, theoretisch genommen, eine solche existiren muß. Denn die Annahme, daß die Differenz der verschiedenartigen Schleimdrüsen nur für die nothwendige Oberflächenvergrößerung berechnet sei, scheint kaum durchführbar zu sein.

Dagegen läßt sich, wenn wir die mikroskopischen und die chemischen Verhältnisse berücksichtigen, eine andere allgemeine Ansicht, welche in mannigfaltigen Belegen ihre Stütze findet, aufstellen. Schon mehrere Chemiker bemerkten mit Recht, daß entweder der Schleim im Ganzen oder wenigstens eine in ihm vorkommende Substanz mit dem Hornstoffe eine gewisse Verwandtschaft zeige [1]). Anderseits lehrt die anatomische Untersuchung, daß die Epithelialzellen, nur in geringerem Grade als die entsprechenden Gebilde der Oberhaut, verhornen und daß also auch an den Schleimhäuten und den Schleimdrüsen eine beständige Zufuhr von Hornstoff Statt findet. Wir können uns daher vorstellen, daß sich an allen Schleimhäuten, sei es an dem Epithelialüberzuge derselben unmittelbar oder an dem der Schleimdrüsen, eine Substanz ablagere, die nach und nach in eine Modification von Hornstoff, d. h. in Schleim oder einen charakteristischen Stoff desselben übergeht, oder daß überhaupt aus dem Blute eine Substanz ausschwitzt, die unter Einwirkung der Luft oder unter gewissen an-

[1]) F. Simon Handbuch der angewandten medicinischen Chemie. Bd. II. S. 303.

deren Bedingungen in Hornmasse, an inneren Oberflächen dagegen mehr in Schleim übergeht. Hieraus würde sich erklären, weshalb die inneren Epithelien der Schleimhäute weniger zahlreiche Schichten und minder verhornte Zellen als die Oberhaut darbieten, warum wir es in dem eigentlichen Schleime nur zur Bildung von Schleimkörperchen kommen sehen, weshalb sich wahrscheinlich schon gebildete Epithelialzellen nach und nach in Schleim auflösen, aus welchem Grunde die Horngebilde selbst durch tumultuarische Eingriffe schleimig werden und auf welche Art endlich Drüsen mit einfach geschichteten Epithelien, wie z. B. die Lieberkühnschen des Darmes Schleim liefern können. Wenn an serösen Häuten, welche ebenfalls von Epithelien überzogen worden, kein Schleim entsteht, so liegt dieses wahrscheinlich darin, daß hier die Bedingungen der Ausschwitzung so gestellt sind, daß ein mehr wässriges Fluidum, welches nicht die Möglichkeit einer secundären Schleimabsonderung besitzt, hervortritt.

Berücksichtigen wir die Consistenz des Schleimes, so wird es sehr wahrscheinlich, daß er erst secundär entstehe, daß vielmehr das ursprüngliche Erzeugniß im Momente der Ausschwitzung flüssiger ist und erst später jene höhere Zähigkeit erlangt. Für diese Hypothese sprechen auch mehrere Verhältnisse, welche wir an den Schleimhäuten selbst wahrnehmen. Der reine Schleim entsteht immer nur langsamer, gleich einem allmälig sich erzeugenden und absetzenden Producte. Sondert eine Schleimmembran schneller und reichlicher ab, so ist das Abfließende, wie wir z. B. in der Kälte an der Nasenschleimhaut, bei Katarrhen u. dgl. sehen, kein Schleim, sondern eine wässerige Auflösung, welche verhältnißmäßig viel Salze und weniger organische Stoffe, vorzüglich Proteinkörper enthält. Eben so nimmt der Schleim bei entzündlichen Leiden die Elemente fremdartiger Ausschwitzungen, wie Exsudatkörperchen, Eiterkörperchen in sich auf, oder es kommt durch ein Ueberwiegen des veränderten Absonderungsprocesses zu gar keiner Schleimsecretion oder zu einem mehr in den Hintergrund tretenden Minimum desselben.

Die Fähigkeit des Schleimes, fremde Beimischungen zu führen, bedingt es, daß wir bei vielen Krankheitsfällen mechanische Gemenge von Schleim und mannigfaltigen pathologischen Produkten erhalten. Hierher gehören 1) fremde, von außen hineinkommende Körper, wie z. B. feiner Staub, Kohlenpartikelchen, welche mit der eingeathmeten Luft eingezogen werden, so in die Lungen gelangen und dann mit dem Auswurfe, den sogenannten Sputis, wieder hervorkommen, Speisereste, welche dem Schleim des Nahrungscanales anhaften, und ähnliche Dinge. 2) Ausgetretenes Blut vermischt sich, wenn es in hinreichender, jedoch nicht zu großer Menge vorhanden ist, mit dem Schleime und bildet Streifen oder mehr sich verwischende Flecke, welche schon dem freien Auge auffallen. Unter dem Mikroskope erkennt man dann auch die in den Coagulis des Faserstoffes oder dem Schleime eingeschlossenen Blutkörperchen. Diese können aber nicht immer bei geringen Blutquantitäten, und wenn der Schleim und die Salze des Auswurfes länger eingewirkt haben, mit Bestimmtheit beobachtet werden.

3) Die beiden eigenthümlichen Arten von Körperchen, welche in Folge der Entzündung auftreten, die Exsudat- und die Eiterkörperchen, sind ebenfalls häufig mit dem Schleime vermischt. Sie rühren entweder von der entzündeten Schleimhaut selbst oder von benachbarten Geschwürsbildungen her. Findet sich eine größere Menge von Eiter in dem Schleime vertheilt, so bezeichnet man diesen mit dem Namen des eiterigen Schleimes. Er erscheint dann mehr oder minder gelblich oder enthält einzelne gelbe Eiterstreifen oder diluirtere Eiterflecke. In diesem Zustande ist das abnorme Product theils mit freiem Auge, theils unter dem Mikroskope

leicht zu erkennen. Dagegen stößt man auf unüberwindliche Schwierigkeiten, sobald man geringe Mengen von Eiter in einem Schleime, z. B. dem Lungenauswurfe, bestimmen will. Die praktische Medicin, für welche gerade die Entscheide der Art die wichtigsten sind, lieferte von älterer bis auf die neueste Zeit eine Reihe von sogenannten Eiterproben, d. h. von Methoden, Schleim und Eiter zu unterscheiden oder vielmehr geringe Beimengungen des letzteren zu dem ersteren zur Anschauung zu bringen, von denen jedoch keine ihren Zweck vollkommen erfüllt. Theoretisch ließe sich vermuthen, daß hier zunächst das Mikroskop den sichersten Prüfstein bilden müsse. Denn wo wir mittelst desselben Eiterkörperchen wahrnehmen, können wir auch mit Recht auf eine solche heterogene Beimischung zu dem Schleime schließen. Allein die Schwierigkeit liegt hier gerade darin, in jedem Falle Eiterkörperchen von sogenannten Schleimkörperchen zu unterscheiden. Schon in ihrer äußeren Form zeigen beide nicht selten sehr große Aehnlichkeiten. Diese vermehren sich noch dadurch, daß die Einwirkung der Zeit und des Schleimes, so wie vielleicht pathologische Entwickelungsstadien noch andere körnige Körper, wie im Schleime, so in dem in geringen Quantitäten beigemengten Eiter auftreten lassen. Ueberdies rufen auch die gewöhnlich gebrauchten Reagentien, vor Allem die Essigsäure, analoge Veränderungen in den Schleim- und den Eiterkörperchen hervor, so daß wir, wenigstens meiner Ueberzeugung nach, bekennen müssen, daß gerade in kritischen Fällen vorläufig kein sicherer Entscheid immer erwartet werden kann. Das Gleiche gilt von der chemischen Prüfung. Alle sogenannten Eiterproben, welche durch physikalisch-chemische Kriterien die Anwesenheit von Eiter in Schleim nachweisen sollen, finden, wenn sie auch richtig sind, nur da ihre Anwendung, wo größere Mengen von Eiter dem Schleime beigemischt sind. Denn beide Producte sind nicht in dem Grade chemisch verschieden, und vorzüglich ist der Eiter nicht so charakteristisch zusammengesetzt, daß irgend ein Reagens die Anwesenheit von Minimis von Eiter anzuzeigen im Stande wäre [1].

4) Bei Tuberkelbildung der Lungen finden sich in dem ausgehusteten Schleime theils Exsudatkörperchen, theils verschiedenartige kleine Körnchen, deren Natur und Entwickelung noch genauer zu untersuchen ist. 5) Bei melanotischen Ablagerungen haben wir in dem Schleime nicht selten Pigmentmolecule, welche jedoch nicht mit Partikeln eingeathmeten Kohlenstaubes oder anderen kleinen Körnchen zu verwechseln sind. 6) Bei geschwüriger Zerstörung einer Schleimhaut und der Nachbartheile derselben enthält der Schleim nicht nur die schon erwähnten Producte krankhafter Neubildung oder andere Neoplasmen, sondern auch verrottetes Zellgewebe, einzelne Muskelfasern, Knorpelstückchen, Knochenfragmente, flüssiges oder festes Fett u. dgl.

7) In den aus der Mundhöhle herausgeworfenen Sputis zeigen sich bisweilen Fragmente von Weinstein oder von eigenthümlichen faserigen Gebilden, welche an der Oberfläche der Zähne gefunden werden (Bühlmann)). 8. Bei vielen Krankheiten der Schleimhäute wird auch nicht selten die Entwickelung der Epithelialzellen gestört. Diese sind verkrüppelt oder stoßen sich schon in jüngeren Ausbildungsstadien los, oder es kommt zu bloßen vollständigen oder unvollkommenen Kernbildungen. Eine eigenthümliche Veränderung zeigen bei Einzelnen die Flimmerzellen der Nasenschleimhaut am Anfange des Nasencatarrhes. Sie sind rundlich oder länglich, eingeschnürt und besitzen überhaupt sehr verschiedenartige Formen, welche jedoch von der normalen Cylindergestalt wesentlich abweichen. Die oft lebhaft schwingenden Flimmerhaare zeigen hier unterhalb ihrer Einfügungsstellen angeschwollene Wurzeln (Bühlmann) [2]. Auf secundärem Wege können sich 8) durch Verdunstung der flüchtigeren Elemente Krystalle und andere feste Körper niederschlagen. Endlich 9) vermögen sich niedere kryptogamische Pflanzen und mikroskopische Thiere in den verschiedenen Schleimarten zu entwickeln (vgl. §. 125.).

469 Der Nasenschleim dient dazu, die Oberfläche der Nasenschleimhaut zu schützen und vorzüglich vor den reizenden Einwirkungen der Atmosphäre

[1] Eine Zusammenstellung der verschiedenartigen Eiterproben s. bei J. Vogel über Eiter und Eiterung. Erlangen. 1838. S. 88.

[2] F. Bühlmann Beiträge zur Kenntniss der kranken Schleimhaut der Respirationsorgane und ihrer Producte durch das Mikroskop. Bern. 1843. 4. S. 41. 42, wo überhaupt diese Verhältnisse vollständig erörtert und durch eigene Beobachtungen erläutert sind.

zu bewahren. Auf diese Weise bildet nur seine Existenz überhaupt ein für die Integrität des Geruchsorganes nothwendiges Moment. Hieraus erklärt sich dann auch, weshalb er bei einzelnen Personen, welche sich selbst durch ein sehr scharfes Geruchsorgan auszeichnen, in so geringer Quantität abgesondert wird, daß sich Individuen der Art Tage lang nicht zu schnäuzen brauchen. Erscheint er in reichlicherer Menge, so läuft er bei seiner dickeren Consistenz fast nie von selbst ab, sondern wird durch Niesen, Schnäuzen u. dgl. hervorgetrieben. Tritt dagegen neben ihm, wie z. B. nach Einwirkung der Kälte, bei dem Schnupfen ein wässeriges Secret, welches dann außer Salzen Albumin führt, hervor, so erfolgt der Abfluß der Nasenöffnungen von selbst. Da aber bei zugehaltenem Munde und dem so erfolgenden Ausathmen ein wärmerer, bei dem Einathmen ein kälterer Luftstrom durch die Nase streicht, so befinden sich alle flüssigeren Theile, welche die Nasenschleimhaut überziehen, in den günstigsten Verhältnissen, um ihre Feuchtigkeit zu verlieren. Es bilden sich daher leicht festere Körper, welche durch das Schnäuzen oder sonst entfernt werden.

Der Schleim, welcher in der Mundhöhle abgesondert wird, 470
ist vorzüglich wegen der häufigen Beimischung von Speichel, welcher zu ihm gelangt, flüssiger als andere Schleimarten. Jedoch erhält er, wenn ihm jene Zufuhr fehlt, theils von selbst, theils durch Verdunstung, wie wir z. B. besonders nach längerem Sprechen im Leben und bei Leichnamen sehen, eine größere den übrigen Schleimarten zukommende Consistenz. Abgesehen von seiner Bestimmung, die Theile der Mundhöhle zu schützen und den Bissen einzuschmieren, hat er noch den Nutzen, daß er auf mechanische Weise Luft schaumartig bindet und zum Theil bei dem Herabschlucken in den Magen hinabführt. Da seine Secretion, wie die aller anderen Schleimarten, langsamer erfolgt, so wird der Speichel, der rasch im Munde zusammenläuft, flüssiger als gewöhnlich erscheinen. Umgekehrt finden wir ihn bei Reizung der Schleimdrüsen des Mundes zäher. Diese Beschaffenheit bietet derjenige Schleim, welcher von der Zungenwurzel, dem weichen Gaumen, den Mandeln, dem obersten Theile des Pharynx und den Ausgangsstellen der Eustachischen Trompeten abgesondert wird, von selbst dar. Hier existirt auch eine weit reichlichere Quelle der Schleimabsonderung als in der Mundhöhle, weil sie noch einen anderen Zweck als den des bloßen Schutzes der entsprechenden Theile zu besorgen hat. Wir wissen nämlich, daß der Schleim nicht bloß zäh, sondern auch sehr schlüpfrig ist und daß er sich deshalb zu gleitenden Bewegungen vorzugsweise eignet. In der Conformation der Zungenwurzel, des weichen Gaumens und der Hinterwand des obersten Theiles des Pharynx schafft daher die Natur einen engen Durchgang, welchen der Bissen bei dem Herunterschlucken passiren muß und der immer mit reichlichem Schleime versehen ist. Es werden deshalb die Oberflächen der hinabzuschlingenden Nahrungsmittel mit Schleim bestrichen und so zum schnellen und schmerzlosen Hinabgleiten längs des Schlundes und der Speiseröhre geschickter gemacht. Eine wichtige Rolle spielen hierbei die Mandeln, deren freie Fläche zur besseren Bestreichung

des Bissens im Momente des Hinabschlingens bloßgelegt wird. Der Schleim des Oesophagus dient hierbei als eine Art von zweckmäßiger Rutschbahn.

Der Magenschleim ist, so viel wir wissen, mit dem Magensafte identisch und dient daher hier nicht bloß zum Schutze, sondern zur Auflösung der Speisen. Ob die Cardia- und die Pylorusdrüsen, welche ihrer Form nach von den übrigen Magendrüsen abweichen, auch ein besonderes Secret liefern, ist unbekannt. Sehr dunkel sind noch die Verhältnisse der Schleimabsonderung im Darme, weil wir bei dem continuirlichen Schleimüberzuge der Mucosa dieser Theile des Nahrungscanales keine besonderen Functionen den einzelnen verschiedenartigen Darmdrüsen zuschreiben können. Die wahrscheinliche Annahme dürfte sein, daß entweder die Schleimhaut selbst oder diese und die Lieberkühnschen Drüsen die Hauptmasse des Darmschleimes der dünnen Gedärme liefern, daß dagegen die Brunnschen Drüsen des Zwölffingerdarmes, die solitären des Dünndarmes und die Peyerschen Drüsen des Ileum wässerigere oder anders beschaffene Beimischungssäfte erzeugen. Weder das Mikroskop, noch die Chemie haben jedoch hierüber bis jetzt nähere Aufschlüsse geliefert. In dem Blinddarme und dem Grimmdarme geht wohl unzweifelhaft das schleimige Absonderungsproduct von den zahlreichen Schleimhautdrüsen, welche in ihrer Form und Menge an die Magendrüsen erinnnern, aus. Der Mastdarm scheint sich in dieser Beziehung am meisten der Speiseröhre zu parallelisiren.

Der Schleim der Athmungsorgane verhält sich im Wesentlichen wie der der Nase. Jedoch scheint er wenigstens in den feineren Bronchialverzweigungen von der Innenhaut selbst geliefert zu werden. Ob sich die Sache auf gleiche Art in der Luftröhre verhalte, steht dahin. Denn die Thatsache, daß die Luftröhrenschleimhaut noch besondere Drüsenbildungen eingelagert hat, könnte auch dahin gedeutet werden, daß durch diese Organe ein neues Beimischungsproduct geliefert oder nur durch sie die absondernde Oberfläche vergrößert wird. Auch hier braucht der Schleim, welcher, so viel wir wissen, einzig und allein die Bestimmung des Schutzes hatte, nur überhaupt vorhanden zu sein. Ein größeres Absonderungsquantum desselben ist daher nicht erforderlich. Aus diesem Grunde sondern auch vollkommen gesunde Menschen nie Lungenschleim aus. Es sammelt sich höchstens während des Schlafes ein geringes Quantum desselben, welches vielleicht durch die Flimmerbewegung so weit hinauf befördert worden, in dem Kehlkopfe an und wird dann durch ein einfaches Räuspern herausgeworfen. Daß heftige exspiratorische Luftströme, wie sie z. B. bei dem Husten vorkommen, dieses Secret, vorzüglich wenn es in größerer Menge angehäuft ist, hervorstoßen, wurde schon früher (§. 111) erörtert.

471 Endlich bieten uns noch die beiden Hauptbehälter von Absonderungsproducten größerer Drüsen, nämlich die Gallenblase und die Harnblase, eine sehr reichliche Schleimabsonderung auf der freien Oberfläche ihrer Innenhaut dar. Der Gallenblasenschleim scheint nicht bloß den gewöhnlichen Zweck des Schutzes, sondern auch den Nutzen zu haben, die Galle consistenter zu machen und ihr dadurch die Fähigkeit zu verleihen,

sich inniger mit dem Dünndarmbrei zu vermischen. Etwas Aehnliches findet vielleicht bei dem Harnblasenschleime Statt. Denn wenn auch der frisch gelassene Harn vollkommen klar ist, so finden wir doch bisweilen in demjenigen ganz gesunder Personen, welcher einige Zeit gestanden, wie in der Galle, welche längere Zeit in der Gallenblase verweilt hat, einen schleimigen Absatz, der wohl kein neues Product, sondern nur ein Educt dieser in Zersetzung begriffenen Flüssigkeiten ist. Denn daß sowohl der Gallenblasen= als der Harnblasenschleim nicht zum bloßen Schutze dieser beiden Behälter gegen die in ihnen befindlichen Fluida diene, macht wenigstens der Umstand wahrscheinlich, daß die entsprechenden Ausführungsgänge der Leber und der Nieren, durch welche freilich das Absonderungsproduct nur durchfließt, keine bedeutende Schleimabsonderung darbieten.

Die Schleimsecrete der Genitalien werden bei Gelegenheit der Physiologie der Geschlechtstheile erörtert werden. Die schleimigten Absonderungen anderer Häute übergehe ich hier, weil uns über sie alle näheren Detailskenntnisse mangeln. Auf die von einzelnen Membranen, wie z. B. der Eustachischen Trompete, werden wir an passenden Stellen, wie z. B. in der Lehre vom Hören, zurückkommen.

3) Seröse Absonderungen.

Sie bilden im Gegensatze zu den eben abgehandelten Schleimsecreten 472
sehr verdünnte wässerige Lösungen von organischen Stoffen und von Salzen, welche an den freien Oberflächen der serösen Häute, wie der Spinnwebenhaut des centralen Nervensystemes, des Herzbeutels, des Lungenfelles, des Bauchfelles und der Scheidenbildungen der Hoden hervortreten. Sie stellen gewissermaßen den Schweiß dieser Membranen dar und entsprechen in mancher Hinsicht den dünflüssigeren Producten, welche unter den oben erwähnten ausnahmsweisen Bedingungen an der Oberfläche der Schleimhäute erzeugt werden. Ihr Erscheinen ist eine nothwendige Folge der freien Oberfläche. An ihr wird Wasser, welches in Verhältniß zu dem Liquor sanguinis mehr Salze als Albumin und organische Stoffe überhaupt aufgelöst enthält, frei.

Die Menge dieser zum Vorschein kommenden Serosität wird im Normalzustande durch die nothwendige Beengung des aufnehmenden Raumes auf eine geringe Größe reducirt. Wir haben nämlich an allen serösen Häuten eine Organlamelle, welche das entsprechende Organ einhüllt, und ein Parietalblatt, welches die Wandung des correspondirenden aufnehmenden Raumes bildet oder diese bekleidet. Die erstere stellt einen Einstülpungssack der letzteren dar. Zwischen beiden bleibt ein Raum, welcher die Serosität aufnimmt, der aber durch den Druck der Nachbartheile wesentlich eingeengt wird. Der Nutzen der serösen Flüssigkeiten besteht darin, die Oberflächen der entsprechenden Häute feucht und schlüpfrig zu erhalten, ihre gegenseitigen Bewegungen oder richtiger die Ortsveränderungen derjenigen Theile, welche durch die Organlamelle eingehüllt werden, zu erleichtern und die hierbei entstehenden Lückenräume sogleich auszufüllen. (Vgl. §. 63.).

Im gesunden Zustande finden sich die serösen Flüssigkeiten in so geringer Menge, daß sie zu genauen quantitativen chemischen Prüfungen nicht hinreichen. Diese konnten daher bis jetzt nur an krankhaften Vermehrungen dieser Ausscheidungsproducte vorgenommen werden. Von organischen Stoffen herrscht hierbei das Albumin, von unorganischen das Chlornatrium vor. Im Ganzen erscheinen sie als sehr bedeutende Verdünnungen des Blutwassers, unterscheiden sich jedoch von diesem auf wesentliche Weise dadurch, daß sie meistentheils weder Blutfarbestoff, noch gerinnbare Fibrine enthalten und daß in ihnen, so lange sie keine größere Dichtigkeit besitzen oder mechanisch beigemengtes Blut führen, relativ mehr Salze als Eiweiß enthalten sind. Die Wahrheit dieser Aussprüche erhellt aus folgender Tabelle, welcher des Späteren wegen die Ergebnisse der Untersuchungen anderer serösen Flüssigkeiten zugleich einverleibt worden.

Flüssigkeit.	Procentiger Gehalt an					Verhältniß der unorganischen Stoffe zu		Beobachter.
	Wasser.	Eiweiß	organischen Stoffen überhaupt.	Chloralkaloide und vorzüglich Chlornatrium.	unorganischen Salzen überhaupt.	den organischen.	dem Eiweiße.	
I. Gehirnhöhlenwassersucht.	98,83	0,166	0,424	0,709	0,746	1 : 0,56836	1 : 0,22252	Berzelius.
II. desgl.	98,9997	0,0549	0,3157	0,6553	0,6846	1 : 0,46114	1 : 0,08019	Mulder.
III. desgl.	98,99	0,0303	0,1431	0,5441	0,8669	1 : 0,16507	1 : 0,03495	Tenant.
IV. Viermonatlicher Hydrocephalus.	99,0	» »	0,1	0,845	0,9	1 : 0,01111	» »	Babington.
V. Flüssigkeit in einer vergrößerten Schilddrüse.	90,5140	1,3560	7,8310	0,6210	1,0840	1 : 7,22417	1 : 1,25092	Wright.
VI. desgl.	89,6380	0,7920	9,5580	0,7460	1,0670	1 : 8,59782	1 : 0,74226	Wright.
VII. Bauchwassersucht	95,22	2,38	3,69	0,81	1,08	1 : 3,4166	1 : 2,20370	Wright.
VIII. desgl.	97,80	0,84	1,26	0,68	0,80	1 : 1,5750	1 : 1,0500	F. Simon.
IX. desgl.	93,717	5,510	5,905	0,373	» »	» «	» »	Marquart.
X. Eierstockswassersucht.	92,500	6,427	6,987	» »	0,889	1 : 7,85939	1 : 7,22947	F. Simon.
XI. Flüssigkeit einer Hydrocele.	86,000	4,830	6,588	» »	7,322	1 : 0,89975	1 : 0,65965	F. Simon.
XII. Hautwassersucht	97,60	0,70	1,44	0,81	0,91	1 : 1,58241	1 : 0,76923	F. Simon.
XIII. Gesundes Blutserum	90,60	7,80	8,399	0,60	0,881	1 : 9,53348	1 : 8,85357	Lecanu.
XIV. Gesund. Blut im Ganzen.	78,015	6,509	20,698	0,516	1,047	1:19,76886	1 : 6,21681	Lecanu.

Aus diesen Thatsachen [1]) folgt, daß in denjenigen Flüssigkeiten, welche, wie bei der gewöhnlichen Hirnhöhlenwassersucht, der Hydrocele, durch bloße krankhafte Vermehrung der normalen Serosität ohne bestimmt nachweisbare Verderbniß des Blutes entstehen, in der Regel, so lange keine fremdartigen Gemengtheile existiren, die Quantität der Salze die der organischen Stoffe überhaupt und noch mehr natürlicher Weise die des Eiweißes übertrifft. Bei denjenigen serösen Ausschwitzungen aber, welche das Wasser der Wassersuchten darstellen, erscheint meist die Menge der organischen Stoffe und oft auch selbst des Eiweißes größer als die der unorganischen Salze. Wahrscheinlicher Weise liegt dieser Unterschied in keiner Differenz des Absonderungsprocesses, sondern in der Beschaffenheit des Blutes selbst, welches mehr Albumin und verhältnißmäßig größere Mengen anderer organischen Stoffe wahrhaft aufgelöst (und nicht bloß mechanisch beigemengt) enthält und daher auch abgiebt. Allein wenn auch selbst in diesem Falle die organischen Stoffe 7 bis 8 Mal so viel als die unorganischen betragen, so erreicht ihr Verhältniß doch nicht die Menge des Blutserum oder des liquor sanguinis. Ja die beiden Flüssigkeiten Nr. V. u. VI., welche binnen kurzer dazwischen liegender Zeit abgezapft worden, dienen zum Beweise, daß auch hier im Anfange der Wiedererzeugung derselben die Menge der organischen Stoffe bedeutend zurücktrat. Dieses erhellt, wenn wir die Proportionszahlen Nr. VI. mit denen von Nr. V. vergleichen. Formuliren wir daher das sich kund gebende Gesetz allgemeiner, so läßt sich behaupten, daß in der Regel, wenn bei gesundem Blute Serosität ausschwitzt, diese letztere neben sehr vielem Wasser proportionell mehr Salze als Eiweiß und als organische Stoffe überhaupt führt. Ist dagegen die Blutmasse selbst, wie bei Wassersüchtigen, bei solchen, welche an Eiweißablagerungen im Urine leiden, krankhaft verändert und zur Ausschwitzung von Albumin geneigt, so hört natürlicher Weise bei dieser Metamorphose der Mutterflüssigkeit jene Norm von selbst auf.

Da die Absonderung der Serosität keines besonderen vorbereitenden Organes, sondern nur der Blutgefäße und einer freien, vor der Verdampfung geschützten Oberfläche bedarf, so ergiebt sich von selbst, daß sie an allen Orten mit großer Leichtigkeit auftreten kann. Auf diese Weise sehen wir sie bei Wassersuchten im Zellgewebe der verschiedensten Körpertheile, in Hydatiden und in anderen einfachen Blasen auftreten. In reinen Flüssigkeiten von Wasserblasen scheint dann das oben erörterte Gesetz wiederzukehren. So fanden sich z. B. in dem Fluidum der Hydatiden der Leber einer Ziege neben 98,46 % Wasser 0,04 % Eiweiß, 0,28 % organische Stoffe überhaupt und 1,26 % Salze (Goebel) [2]).

An anderen freien Oberflächen unseres Körpers, als denen der eigentlichen serösen Häute, erscheinen ebenfalls Flüssigkeiten, welche der Serosität gleichen. Dieser zu parallelisiren sind vorzüglich 1) die wässerige Feuchtigkeit des Auges, welche wahrscheinlich vorzugsweise von den Blutgefäßen der Iris geliefert wird und wiederum neben 98,10% Wasser 0,75% organische Stoffe, dagegen 1,15% Kochsalz mit wenig Alkoholextract enthält (Berzelius). Auch das den Glaskörper durchziehende Fluidum, welches vermuthlich aus den Blutgefäßen der Hyaloidea und des Ciliarsystemes ausschwitzt, gehört in diese Kategorie. Denn sie zeigte 98,40 % Wasser, 0,16 % Albumin, 0,18 % organische Stoffe überhaupt und 1,42% Kochsalz mit etwas Alkoholextract. 2) Die Gelenkschmiere oder diejenige Mischung, welche auf den Oberflächen der Gelenke existirt, dieselben glatt und feucht erhält und vor gegenseitiger, schmerzhafter und schädlicher Reibung bewahrt. Sie bildet eine alkalische verdünnte Eiweißauflösung und zeigt die wesentlichen Elemente des Blutwassers (Lassaigne), scheint jedoch wenigstens nach einer am Pferde 473

---

[1]) Die ihnen zum Grunde liegenden Analysen finden sich vollständig in Berzelius Thierchemie. S. 99 u. 199. F. Simon Handbuch der angewandten medicinichen Chemie. Bd. II. S. 581—83 und dem Repertorium Bd. II. V. VI. VII. angegeben.

[2]) Berzelius Thierchemie. S. 725.

angestellten Untersuchung viel mehr Albumin als Salzverbindungen zu führen. Denn neben einem Wassergehalte von 92,8% ergaben sich 6,4% Eiweiß und nur 0,75% Salze (John)[1]. Ob das Absonderungsproduct der sogenannten Schleimbeutel, der Sehnenscheiden u. dgl., wie sich theoretisch erwarten läßt, ähnlich beschaffen sei oder nicht, ist noch nicht untersucht. Endlich 3) die Ernährungsflüssigkeit oder dasjenige Fluidum, welches alle Gewebtheile durchtränkt und aus dem sich zunächst die Absatzstoffe der Nutrition niederschlagen. In den Maschen des Zellgewebes erscheint es natürlicher Weise in reichlicherer Menge als in den kleineren Interstitien der Gewebeelemente. Seine pathologische Vermehrung, sei es mit, sei es ohne Abnormitäten der Mischung, erzeugt die Wassersuchten der einzelnen Körperorgane, vorzüglich die sogenannte Hautwassersucht.

4) Thränenabsonderung (nebst der Secretion der Meibomischen Drüsen und der Thränencarunkel).

474 Die Thränen sind das Absonderungsproduct der oberen und der unteren Thränendrüse eines jeden Auges. Sie treten durch die 6 — 7 Ausführungsgänge, welche an der hinteren Seite des oberen Augenlides ausmünden, hervor und gelangen so an die Oberfläche der Bindehaut. Da aber ihr Hauptnutzen darin besteht, die sich gegenseitig reibenden Flächen der Bindehaut feucht zu erhalten und vor den nachtheiligen Folgen der Friction zum Theil zu schützen, so müssen sie sich längs des gesammten Conjunctivalsackes ausbreiten. Zur Erreichung dieses Zweckes dienen zwei Bedingungen.

1) Zwischen der Bindehaut der Augenlider und der des Augapfels befindet sich nur ein schmaler Zwischenraum, welcher z. B. wie das Interstitium zwischen zwei auf einander liegenden Glasplatten wirken muß, d. h. es werden sich die Thränen, da jener Raum befeuchtet ist, durch Adhäsion in ihm ausbreiten. Dieses rein physikalische Verhältniß würde wahrscheinlicher Weise ausgereicht haben, wenn die Thränen oder die in dem Conjunctivalsacke befindliche Mischung eine rein tropfbar flüssige Consistenz gehabt hätte. Allein dieses ist nicht der Fall. Das Fluidum erscheint mehr oder minder schleimig und zeigt auch unter dem Mikroskope sogenannte Schleimkörperchen, sei es nun, daß es diese Beschaffenheit von vorn herein besitzt oder daß, was wahrscheinlicher ist, die Beimengung der Absonderungsproducte der Bindehaut selbst (der Meibomischen Drüsen oder der Thränencarunkel) einen etwas höheren Zähigkeitsgrad hervorruft. Deshalb müssen wir

2) von Zeit zu Zeit zu Zeit blinzeln, d. h. den Kreismuskel unseres Auges in Thätigkeit setzen, dadurch die Augenlider momentan schließen, dieselben gegen die Oberfläche des Augapfels andrücken und so die in dem Bindehautsacke befindliche Flüssigkeit längs derselben hinstreichen. Daß der Schluß der Augenlider den Weg von dem äußeren nach dem inneren

[1] Berzelius Thierchemie S. 564. 65.

Augenwinkel hin vorzeichne, lehrt die bekannte Erfahrung, daß, wenn uns ein festes Körperchen in das Auge geflogen, d. h. in den Bindehautsack gelangt ist, dieses, sobald man nur jedes störende Reiben vermeidet, von selbst an dem inneren Augenwinkel anlangt. Durch jene Bewegung aber wird die Thränenflüssigkeit nicht nur auf der Bindehaut verbreitet, sondern auch mit den übrigen daselbst sich vorfindenden Secreten vermischt. Zu diesen gehören a. der Schleim, welchen wohl unzweifelhaft die Bindehaut selbst liefert. b. Das fettige Absonderungsproduct der Meibomischen Drüsen, die sogenannte Augenbutter, welches an dem Rande des oberen und unteren Augenlides hervorkommt und dessen Austritt durch das Blinzeln unterstützt werden kann, und c. das Secretionsproduct der Thränencarunkel, welches sich jedoch seiner Lage nach mehr an dem inneren Augenwinkel anhäufen muß, hier auch häufig durch die Einwirkung der Luft mehr oder minder eintrocknet und in Form einer oder mehrerer kleinen Krusten durch die Finger oder bei dem Waschen entfernt wird.

Alle diese Befeuchtungsflüssigkeiten der Bindehaut und vorzüglich die Thränen werden im Normalzustande nur in solcher Menge geliefert, daß der Sicherheit wegen ein geringer Ueberschuß über das durch Verdunstung verloren Gehende übrig bleibt. Damit aber nicht diese zu großen Mengen durch Summation stärker werden, sich in bedeutenderer Quantität anhäufen und dann, soweit es angeht, durch die Augenliderspalte hervortreten, besteht an dem inneren Augenwinkel ein eigener Abführungsapparat, welcher nicht etwa speciell für die Thränen allein, sondern für alle in dem Bindehautsacke befindlichen Flüssigkeiten berechnet ist. Hier existirt nämlich an jedem Augenlide eine zu dem entsprechenden Thränenröhrchen führende Eingangsmündung, der sogenannte Thränenpunkt, durch welchen das benachbarte überschüssige Fluidum in das Röhrchen und von da in den Hauptbehälter, den Thränensack, strömt. Aus dem letzteren fließt es durch den Thränencanal in die Nasenhöhle ab, gelangt hier zunächst an die unter dem vorderen Theil der unteren Muschel befindliche Nasenschleimhaut und vermischt sich mit dem dort befindlichen Nasenschleim. 475

Zur Regulirung dieses kleinen Abzugsapparates dienen mehrerlei Momente: 1) Da der Thränensack und der Thränencanal mit der Nase in offener Verbindung stehen, so muß, wenn auch die Ausmündung des Ductus lacrymalis nur spaltenförmig ist, mit jeder Einathmung eine Aspiration entstehen (E. H. Weber)[1]. Indem nun aber jeder Thränenpunkt in Flüssigkeit taucht, so wird mit dem Einziehen des Athems eine sehr kleine Menge dieses Fluidum eingesogen und durch die Thränenröhrchen nach dem Thränensacke übergeführt werden. 2) Die Oberfläche des Thränensackes und des Thränencanales besitzt ein Flimmerepithelium[2]), welches

---

1) J. C. Rosenmüller Handbuch der Anatomie des menschlichen Körpers. Sechste Auflage. Herausgegeben von E. H. Weber. 1840. S. 548.

2) Henle allgemeine Anatomie. S. 246. S. Pappenheim die specielle Geweblehre des Auges mit Rücksicht auf Entwickelungsgeschichte und Augenpraxis. Breslau. 1842. 8. S. 42.

eine sehr langsame und allmälige Abführung nach der Nase hin reguliren kann, selbst wenn der untere Ausgang nach der Nasenhöhle durch Schleim oder auf anderem Wege beengt oder verschlossen ist. Ob auch das an der Innenfläche der Augenlider beobachtete Flimmerepithelium (Henle) die Richtung der Flüssigkeit nach innen begünstige oder nicht, steht dahin. Beiderlei Momente können aber, wie man leicht sieht, den Abfluß nur langsam zu Stande bringen. Zur schnellen Entleerung einer größeren Thränenmenge aus dem Thränensacke dient aber wahrscheinlich 3) der bei dem Blinzeln sich zusammenziehende entsprechende Theil des Kreismuskels des Auges und der eigenthümliche Muskel des Thränensackes. Der letztere wird hierdurch zusammengedrückt. Sein Fluidum fängt sich in dem oberen blinden Ende desselben und tritt so nicht in die Thränenröhrchen zurück, sondern wird in den Thränengang hineingepreßt. Auf diese Weise sorgt die Natur für eine stete Befeuchtung der Bindehaut und einen von dem äußeren nach dem inneren Augenwinkel gehenden, längs der Conjunctiva sich verbreitenden Strom von Flüssigkeit, welche zuletzt in die Nasenhöhle gelangt, hier bald durch den daselbst dahin streichenden Athmungsstrom sein Wasser zu einem großen Theile verliert und sich so um so eher mit seinen Residuis mit dem Nasenschleime vermischen kann.

Nur die Integrität des Thränenapparates macht eine Vollkommenheit des eben erörterten Mechanismus möglich. Befindet sich dagegen z. B. in der Vorderwand des Thränensackes eine Oeffnung, eine sogenannte Thränenfistel, so wird ein Theil der Flüssigkeit auf diesem Wege hervortreten und die Zuheilung der Oeffnung durch ihre reizende Wirkung erschweren. Eben so sehen wir bisweilen bei Individuen, denen ein Auge durch Eiterung und Atrophie zu Grunde gegangen, daß von Zeit zu Zeit ein Thränentropfen aus dem inneren Augenwinkel abfließt. Wahrscheinlich ist hier die Thränendrüse noch gesund, das Abführungsapparat dagegen auf irgend eine Weise erkrankt. Der häufigste Grund dieses abweichenden Verhältnisses besteht in dem Verschlusse der Thränenpunkte.

476 Wie bei anderen Secretionsorganen, so kann sich auch hier die Menge des Absonderungsproductes vergrößern. Vorzugsweise geschieht dieses nach Affectionen des Nervensystemes, z. B. nach Einwirkungen der Freude und insbesondere nach denen der Trauer, des Kummers, der Angst, des körperlichen oder geistigen Schmerzes u. dgl. Es wird daher mehr Thränenflüssigkeit als in der gleichen Zeit durch den Abzugsapparat in die Nase hinweggeführt zu werden vermag, geliefert. Bei geringeren Quantitäten dieses Ueberschusses sammelt sich eine größere Menge von Fluidum an der Oberfläche der Bindehaut an, und wir sagen, daß das Auge feucht werde. Ist dagegen die Quantität des Absonderungsproductes noch größer, so fließt ein Quantum desselben in Form von Tropfen oder von kleinen Bächen zur Augenlidspalte hervor, und der Mensch weint alsdann. Es versteht sich von selbst, daß in diesem Zustande auch mehr durch die Abzugsvorrichtung fortgeleitet wird. Es fließt daher zugleich mehr in die Nase, und es entsteht bald das Bedürfniß, sich zu schnäuzen. Hierbei wird ein flüssigeres Product als der gewöhnliche Nasenschleim entleert. Dieses Verhältniß wird noch dadurch begünstigt, daß bei der das Weinen begleitenden Haltung der Gesichtsmuskeln der Kreismuskel des Auges in Contraction tritt und daß meistentheils durch jene Gemüthsaffectionen, welche eine vermehrte Thränen-

absonderung bedingen, auch eine verstärkte Einathmung und mit ihr eine lebhaftere Aspiration in den Abzugsapparat bedingt wird. Derselbe Proceß des Weinens, welchen wir so durch nervöse Einwirkungen zum Vorschein kommen sehen, muß auch erfolgen, sobald aus anderen Gründen eine vermehrte Thränenabsonderung Statt findet. Wir sehen sie daher z. B. in Folge catarrhalischer Affectionen leicht auftreten.

Nach Analogie anderer Drüsen läßt sich mit Recht vermuthen, daß die Thränen, wie sie bei dem Weinen zum Vorschein kommen, wässeriger als bei ruhigem Zustande des Thränenapparates sein werden. Allein ein bestimmter Vergleich fehlt, weil die Thränen im Normalzustande in keiner zu einer chemischen Prüfung hinreichenden Menge zu erhalten sind. Bei dem Weinen führen sie 99 % Wasser. In ihrem festen Rückstande findet sich außer dem beigemengten Schleime und einer geringen Menge organischen Stoffes, vorzugsweise Kochsalz (Fourcroy und Vauquelin). Sie verhalten sich also analog wie seröse Absonderungsproducte. Ihr relativer Salzreichthum, welcher sogar durch das Geschmacksorgan deutlich wahrgenommen werden kann, hat wahrscheinlich zu dem in mehreren orientalischen Sprachen wiederkehrenden Vergleiche der Thränen mit Salz Veranlassung gegeben.

Das fettige Absonderungsproduct der Meibomischen Drüsen und das 477
Secret der Thränencarunkel sind noch nicht genauer chemisch geprüft. Sie erscheinen mehr oder minder mit Epithelialfragmenten gemischt und vertrocknen, wenn sie sich in größerer Menge anhäufen, zu Borken, welche entweder unmittelbar oder nach Wiederaufweichung durch Wasser leicht entfernt werden.

Unter allen krankhaften Veränderungen, welche die eben behandelten Secretionen betreffen können, ist keine so wichtig und für die Existenz des Auges so gefährlich als diejenige, bei welcher an der Oberfläche der Bindehaut statt Schleimes Eiter abgesondert wird. Hierbei nämlich geht nicht selten die Durchsichtigkeit der Hornhaut mehr oder minder verloren. Oder es erzeugen sich mit oder ohne gleichzeitig bestehende Entzündung und Eiterung im Innern des Auges Geschwüre, welche auch die Hornhaut durchbohren und einen Ausfluß der inneren Theile des Auges bedingen. Diese oft so furchtbar werdende Augenblennorrhö (Ophthalmo-blennorrhoea) haben wir z. B. bei der ägyptischen Augenentzündung, bei der der Neugebornen, bei derjenigen, welche durch syphilitische Ansteckung, durch Lähmung des N. trigeminus u. dgl. erfolgt.

5) Speichelabsonderung.

Der Speichel bildet ein sehr wässeriges Secret, welches vorzugs- 478
weise für Verdauungszwecke geschaffen ist und einerseits als Mundspeichel, anderseits als Bauchspeichel erscheint. Der erstere verdankt seine Entstehung drei paarigen Drüsen, nämlich der Ohrspeicheldrüse, der Unterkieferdrüse und der Unterzungendrüse, wird in die Mundhöhle entleert und vermischt sich hier meistentheils mit Speise und Getränk. Den Bauchspeichel liefert das Pancreas. Er vermengt sich im Zwölffingerdarm mit demjenigen Theile der Nahrungsmittel, welcher vorher schon im Munde zerkaut und im Magen der Einwirkung des Magensaftes ausgesetzt worden war. Der Nutzen, welchen beide Arten von Speichel für die Verdauung haben,

wurde schon bei der Lehre von der Digestion besprochen (§. 206 und 248). Dort sahen wir auch, daß sich Mund- und Bauchspeichel nicht bloß durch den Ort ihrer Entstehung und die Localität ihrer Wirksamkeit, sondern auch durch ihre chemische Beschaffenheit unterscheiden, und daß sich besonders der Pancreassaft vor dem Mundspeichel durch einen besonderen Gehalt an Eiweiß auszeichnet.

479 Ob die drei Speicheldrüsen des Mundes etwas verschiedenartige Absonderungsproducte, welche sich erst später in der Mundhöhle mehr oder minder mit einander vermengen, liefern oder nicht, ist bis jetzt noch nicht ermittelt. Wenn aber auch solche Differenzen existiren, so sind sie jedenfalls nur sehr untergeordnet. Wichtiger erscheint die Vermengung des Mundspeichels mit dem in der Mundhöhle abgesonderten Schleime. Denn diese bedingt, daß wir in derjenigen Masse, welche wir durch Ausspeien herausbefördern, keinen reinen Speichel, sondern eine Combination von ihm und Mundschleim nebst losgestoßenen Epithelialblättchen haben. Zur Untersuchung des reinen Speichels des Menschen können daher nur solche Krankheitsfälle dienen, bei welchen eine Speichelfistel vorhanden ist, d. h. bei denen der Hauptausführungsgang einer Speicheldrüse eine nach außen führende Oeffnung besitzt. Durch diese fließt dann das Secret frei ab und kann auf solche Weise gesammelt werden. Den anatomischen Verhältnissen nach tritt dieses Erforderniß an dem Stenonschen Gange der Ohrspeicheldrüse am leichtesten ein, und in der That betreffen auch die bisherigen, hierher gehörenden Untersuchungen einzig und allein die Parotis. Bei einem Manne erhielt man dann innerhalb 24 Stunden 65—95 Grm. Speichel (C. G. Mitscherlich). Nun ergaben sich schätzungsweise für die absondernde Oberfläche der Parotis 8,581250 paris. Quadratfuß, für die der Unterkieferdrüse 4,62963 Quadratfuß und für die der Unterzungendrüse 1,07439 Quadratfuß (§. 451). Nehmen wir nun an, daß bei jenem Manne die Menge des abgesonderten Speichels ungefähr die normale war und daß sich die Secretionsquanta der einzelnen Speicheldrüsen, wie die schätzungsweise angenommenen Absonderungsflächen verhalten, so müßte die Unterkieferdrüse innerhalb 24 Stunden 35,067 — 51,253 Grm. und die Unterzungendrüse während derselben Zeit 8,138 Grm. — 11,894 Grm. liefern. Alle drei Mundspeicheldrüsen zusammen ergäben dann 108,205 — 158,147 Grm. Da sie aber paarig sind, so würde ein erwachsener Mann in 24 Stunden 216,410 — 316,294 Grm. = 7,2583 — 10,5924 Unzen Nürnberger Medicinalgerichtes Speichel absondern. Diese Werthe, welche natürlicher Weise nur äußerst vage sind, stimmen auch ziemlich mit den gewöhnlichen medicinischen Schätzungen, nach welchen man annimmt, daß die mittlere Quantität der Mischung von Schleim und Speichel, wie wir sie ausspeien, für 24 Stunden 10 — 12 Unzen beträgt. Dagegen dürfte die von Donné angenommene Menge[1]) von 390 Grm. wenigstens das Mittelmaaß sehr bedeutend überschreiten.

---

[1]) L'Institut Nro. 158. p. 59.

Der reine aus einer Ohrspeicheldrüse gesammelte Speichel zeigte bei verschiedenen Personen und unter verschiedenen Verhältnissen mannigfache Verschiedenheiten seiner Zusammensetzung. Hierauf deuten schon die relativ großen Differenzen seines specifischen Gewichtes. Denn in einem Falle betrug dieses 1,0061 — 1,0088 (C. G. Mitscherlich). In einem anderen dagegen bot die Flüssigkeit, nachdem sich die wolkige Trübung derselben abgesetzt hatte, eine Eigenschwere von 1,021 dar (van Setten)[2]. Eben so scheint auch die Reaction derselben zu wechseln. Während sie in der letzteren Beobachtung alkalisch war, hatte sie bei der ersteren nur während des Essens und des Trinkens diese Beschaffenheit, erschien dagegen außer dieser Zeit sauer. Die Ursache dieser Differenzen ist noch nicht klar. Sie läßt sich aber vielleicht dadurch erklären, daß man annimmt, daß in dem alkalischen Speichel, welcher der gewöhnlichere ist, etwas mehr fixe alkalische, vorzüglich kohlensaure Salze vorhanden sind. Ob vielleicht die schwach saure Reaction dadurch entsteht, daß ein Bicarbonat in ein Carbonat übergeht und die frei werdende Kohlensäure in der Flüssigkeit aufgelöst bleibt, scheint einer sorgfältigeren chemischen Prüfung werth zu sein. 480

Der aus einer Fistel des Stenonschen Ganges abfließende Parotidenspeichel bildet immer ein sehr wässeriges Fluidum. Denn er enthielt in dem Falle des von Mitscherlich beobachteten Mannes 98,37—98,53 %, in dem von van Setten untersuchten 98,38 % Wasser. Hiernach parallelisirt er sich den Thränen und den serösen Absonderungen. Von den letzteren scheint er sich jedoch durch die Verhältnisse seiner organischen und unorganischen Bestandtheile wesentlich zu unterscheiden. Mitscherlich fand in 100 Theilen Speichels 0,180 Chlorcalcium, 0,095 milchsaures Kali, 0,024 michsaures Natron, 0,164 wahrscheinlich mit Schleim verbundenes Natron, 0,017 phosphorsaure Kalkerde und 0,015 Kieselsäure, im Ganzen also 0,495 % unorganischer Bestandtheile. Nun betrug der feste Rückstand 1,47 — 1,63 %, also im Mittel 1,55 %. Legen wir die letztere Zahl der Berechnung zum Grunde, so kommen auf die organischen Stoffe 1,055 %. Diese verhalten sich daher zu den unorganischen wie 1:0,469. Es sind mithin in diesem von einer complicirten Drüse gelieferten Producte die organischen Verbindungen mehr als doppelt so groß als die unorganischen, während, wie wir früher sahen, in den serösen Absonderungen, sobald sie sehr wässerig ausfallen, eher das umgekehrte Verhältniß vorzuherrschen schien.

Was wir als sogenannten Speichel aus dem Munde ausspeien, ist 481
immer eine Mischung von Mundschleim und reinem Speichel, dessen Constitution in verschiedenen Zuständen in hohem Grade wechselt. Zur Zeit der Ruhe nämlich fließt aus den Ausführungsgängen der Mundspeicheldrüsen, nämlich aus dem der Parotis angehörenden Stenonschen Gange und wahrscheinlich dem Whartonschen Gange der Unterkieferdrüse und den

---

[1]) Guil. van Stetten diss. observationes continens de saliva ejusque vi et utilitate. Groningae. 1837. 8.

Rivinischen Gängen der Unterzungendrüse nur sehr wenig bis gar kein Secret ab, so daß dann relativ die Quantität des Mundschleimes vorherrscht. Bei dem Sprechen, der Erinnerung an wohlschmeckende Nahrungsmittel, bei dem Essen und Trinken dagegen liefern die Mundspeicheldrüsen eine größere Menge ihres Absonderungsproductes, sei es, daß zugleich die Quantität des Mundschleimes vermehrt werde oder nicht. Alle chemischen Bestimmungen des durch Ausspeien herausbeförderten Speichels erhalten daher nur einen relativen Werth. Schon die wechselnde Reaction desselben scheint hierfür zu zeugen. Wir können nämlich als Regel annehmen, daß der Speichel gesunder Menschen immer schwach alkalisch ist und bei dem Genusse von Speisen aller Art an Alkalescenz etwas zunimmt. Allein schon geringe Störungen, vorzüglich in den Thätigkeiten der Verdauungsorgane, machen ihn leicht sauer. Ja ein und dasselbe Fluidum soll sich nicht nur etwa neutral zeigen, sondern gegen verschiedene Pflanzenfarben bald schwach sauer, bald in geringem Grade alkalisch reagiren können (Hünefeld).

Der Wassergehalt der Mundflüssigkeiten ist immer sehr bedeutend und variirt zwischen 99,1 % und 98,81 % (Tiedemann und Gmelin). Dieses hat zum Theil auch darin seinen Grund, daß wir, um größere Speichelmengen zur chemischen Analyse zu erhalten, künstliche Reizmittel, wie Tabackrauchen, nervöse Irritamente, anwenden, daß dann innerhalb derselben Zeit eine bedeutendere Menge von Flüssigkeit geliefert wird und diese daher, wie bei allen anderen Absonderungsproducten, wässeriger ausfällt. Die organischen Substanzen des Speichels kennen wir auf keine irgend genauere Weise. Den Speichelstoff oder das Ptyalin, welches 0,29 % (Berzelius) bis 0,4375 % (F. Simon) ausmacht, ist weder in seinen chemischen, noch in seinen physiologischen Eigenschaften so sorgfältig untersucht, daß sich irgend bestimmte Folgerungen aus seinem Erscheinen entnehmen ließen. Die übrigen Bestandtheile der Mundflüssigkeit dagegen bilden weder eigenthümliche Stoffe, noch gestatten sie irgend weitere Folgerungen als eben die, daß das Mundfluidum eine mechanische Mischung von Speichel und Schleim sei. Diesen Schluß bestätigt die mikroskopische Untersuchung, welche in dem Schleime beigemengte Epithelialblättchen und sogenannte Schleimkörperchen verschiedener Art nachweist. Hierfür zeugt auch die so auffallende Eigenschaft des Mundfluidum, Luft mechanisch zu binden und hierdurch mehr oder minder schaumig zu werden.

Den Zustand einer vermehrten Absonderung der Mundflüssigkeit bezeichnet man mit dem Namen des Speichelflusses oder der Salivation. Die krankhafte Vergrößerung des Secretionsprocesses betrifft dann wahrscheinlicher Weise mehr oder minder beide Fluida, den eigentlichen Speichel sowohl als den Mundschleim. Da aber die Mundspeicheldrüsen in derselben Zeit eine größere Menge als die Schleimhaut der Mundhöhle liefern müssen, so nähert sich das Product weit mehr dem Speichel als dem Mundschleime. Ein solcher Speichelfluß kann entweder in Folge innerer krankhafter Bedingungen des Organismus oder nach dem Gebrauche gewisser Arzneimittel, vorzüglich des Quecksilbers, entstehen. In dem ersteren Falle bezeichnet man ihn dann als spontane Salivation. Die Zusammensetzung des durch ihn gelieferten Productes nähert sich dann in manchen Beziehungen der des gesunden reinen Speichels, weicht aber auch in mancher anderen Hinsicht von ihm ab.

Bei der Schnelligkeit der Absonderung erklärt es sich von selbst, weshalb sich die in solchen Fällen zum Vorschein kommende Flüssigkeit wasserreicher als der gesunde Speichel darstellt. Das specifische Gewicht des letzteren beträgt im reinen Zustande 1,006 bis 1,0088 und sinkt durch Vermischung mit dem Mundschleime und der mechanisch beigemengten Luft auf 1,0043 herab. Es glich aber bei einem 22jährigen Mädchen, welches in Folge spontaner Salivation in 24 Stunden $2\frac{1}{2}$ Pfund Speichel entleerte, nur 1,0015 (C. G. Mitscherlich) [1]. In geringerem Grade scheint derselbe Fall bei Speichelfluß, welcher in Folge von Quecksilbergebrauch auftritt, zu erfolgen. So ergab sich in einem solchen Falle, in welchem sich freilich Eiweißflocken niedergeschlagen hatten, eine Eigenschwere von 1,0038 (Thomson). Dagegen fand sich bei einem an einer entzündlichen Affection des Pancreas leidenden Manne ein specifisches Gewicht von 1,005 (F. Simon) [2]. Da der Bauchspeichel reich an Eiweiß ist und mehr organischen Stoff als der Mundspeichel führt, so kann man vielleicht entfernt vermuthen, daß jene bedeutendere Saturation des Mundspeichels trotz der reichlicheren Absonderung desselben eine Folge der gehemmten Thätigkeit des Pancreas gewesen sei.

Die von jenem 22jährigen Mädchen gelieferte Flüssigkeit enthielt 99,707 % Wasser und 0,293 % festen Rückstandes (C. G. Mitscherlich). Nimmt man nun den letzteren in dem gesunden Speichel zu 0,9 % bis 1,19 % an, so ergiebt sich hieraus, daß er in jenem Falle $\frac{1}{3}$—$\frac{1}{4}$ der Normalgröße betrug. In dem Speichel eines Mannes, der an spontaner Salivation litt, ergaben sich 99,12 % Wasser und 0,88 % festen Rückstandes (J. Vogel) [3], mithin eine Proportion, welche schon dem gesunden Speichel näher steht. Die festen Substanzen in dem letzteren Falle bestanden aus 0,44 % Speichelstoff, Osmazom, Fett und Eiweiß und 0,44 % Natron-, Kali- und Kalksalzen. Sollten sich diese Verhältnisse durch fernere Untersuchungen bestätigen, so würde hieraus folgen, daß bei reiner spontaner Salivation, wie bei den serösen Absonderungen der eigentlichen serösen und der Schleimhäute mit dem Wasser auch eine bedeutendere Menge von Salzen hervortreten kann. Hierfür scheint auch zu sprechen, daß bei dem 22jährigen Mädchen 100 Theile festen Speichelrückstandes 30,78 % Chloralkaloide lieferten (C. G. Mitscherlich) [4] Bei dem Speichelflusse, welcher in Folge von Quecksilbergebrauch entsteht, ändern sich häufig diese Verhältnisse, weil hier zugleich mehr organische Stoffe abgeführt werden und hierauf wahrscheinlich die heilsame Wirkung aller solcher Speichelkuren beruht. Vorzugsweise wird dann auch Eiweiß ausgeschieden. Die Proportionen wechseln aber natürlich nach Verschiedenheit der Fälle und des Stadium des Speichelflusses in sehr hohem Grade. So z. B. enthielt das Product der Mercurialsalivation eines Mannes, welcher täglich zwei Quart lieferte, 2 % festen Rückstandes, der so viel Eiweiß führte, daß sich die Auflösung desselben schon bei dem Erhitzen trübte. Nachdem der Quecksilbergebrauch ausgesetzt worden, wurde der Speichel natürlich bei Verminderung der Salivation concentrirter. Sein Eiweißgehalt aber und sein fester Rückstand überhaupt nahmen nicht ab. Beide erschienen vielmehr zunächst noch vergrößert. In dem Speichel eines Mannes, welcher einige Wochen vorher einer anhaltenden Quecksilbercur ausgesetzt worden war, zeigten sich ähnliche Verhältnisse. Es ergaben sich nur 97,412 % und 2,588 % festen Rückstandes. Der letztere enthielt 0,777 % Albumin und außerdem neben den gewöhnlichen organischen Materien des Speichels Casein und Fett (F. Simon) [5]. Es scheint hieraus hervorzugehen, daß das Quecksilber, indem es eine vermehrte Speichelabsonderung anregt, auch eine vergrößerte Ausscheidung organischer Stoffe bewirkt. Im größten Sturme des Speichelflusses erfolgt dann die Secretion so rasch, daß das Product im Verhältniß zur Folgezeit, wo sich schon die Quantität des Speichels verringert, der verstärkte Austritt organischer Verbindungen aber noch fortdauert, relativ mehr Wasser führt.

---

1) C. G. Mitscherlich de salivae indole in nonnullis morbis. Berolini 1834. p. 8.

2) F. Simon Handbuch der angewandten medicinischen Chemie. Bd. II. Berlin. 1841. S. 252.

3) R. Wagner Lehrbuch der speciellen Physiologie. Zweite Aufl. Leipzig. 1843. 8. S. 245.

4) C. G. Mitcherlich a. a. O. S. 10.

5) Fr. Simon a. a. O. S. 250.

Daß bisweilen wenigstens auf diesem Wege auch Quecksilber entfernt werde, lehren directe chemische Nachweise (C. Gmelin)[1]. Allein nicht bloß solche von außen her eingebrachten Stoffe können durch den Speichel austreten. Bisweilen gehen auch Umsatzmaterien des Körpers selbst, welche sonst auf anderen Bahnen ausgeschieden werden, durch ihn davon. So z. B. fand sich in der spontanen Salivation einer 39jährigen Frau, welche an Wassersucht litt, eine beträchtliche Menge von Harnstoff (Wright)[2]. In allen Fällen der Art, vorzüglich aber in denjenigen, in welchen die Salivation eine Folge des Quecksilbergebrauches ist, scheint die Reaction des Speichels sehr leicht sauer zu werden. Die wahrscheinlich allgemeinste Ursache dieser Eigenthümlichkeit ist die Existenz von Essigsäure in demselben.

Ueber die giftigen Einwirkungen des Speichels s. §. 211.

In den Speicheldrüsen lagern sich bisweilen bei dem Menschen wie bei den Thieren krankhafte Concretionen, sogenannte Speichelsteine, ab. Sie bestehen aus den gewöhnlichen alkalischen und erdigen Concrementmassen, welche ihrer Menge nach vorherrschend sind, und den Materien des Speichels. Bei dem Menschen enthielten sie 73 — 95 % Kalksalze und 27 — 5 % organische Stoffe, nebst alkalischen Verbindungen (Wurzer, Lecanu)[3].

482 Der vorzüglichste Nutzen des Speichels ist für den Verdauungsact berechnet und wurde bei diesem erörtert (§. 206). Seine Absonderung durch die Mundspeicheldrüsen bildet keine zum Leben nothwendige Thätigkeit. Der Mangel derselben zieht keine erheblichen Nachtheile nach sich. Exstirpirt man bei dem Hunde oder dem Kaninchen alle sechs Speicheldrüsen, so zeigen die Thiere nicht nur kein bedeutendes Krankheitssymptom irgend einer Art, sondern die Reaction der Mundflüssigkeit bleibt wie früher alkalisch oder scheint höchstens nur etwas schwächer zu werden (Budge)[4]. Ob in diesem Falle mehr Bauchspeichel bereitet werde, ist unbekannt. Eben so wenig wissen wir ob die erhöhte Speichelsecretion während des Essens auf einer Art von Antagonismus beruhe, ob nämlich das ohnedies alkalische Blut, indem es zugleich den sauren Magensaft liefert, eine bedeutendere Menge einer alkalischen Flüssigkeit absetzt. Gegen diese Vorstellung spricht der Umstand, daß die vermehrte Speichelabsonderung während der Verdauungszeit, in welcher die Secretion des Magensaftes ihren Culminationspunkt erreicht, nicht Statt findet. Jedoch ist zu bemerken, daß auch häufig eine deutlicher ausgesprochene alkalische Reaction der Mundflüssigkeit selbst nach dem Essen fortdauert und daß sich zugleich auch das Blut durch den Chylus seiner überschüssigen alkalischen Bestandtheile entledigen könnte.

483 Die in der Mundhöhle verweilenden Absonderungsflüssigkeiten sind bei den Verhältnissen der Ein- und Ausathmung sehr häufig einem warmen Luftzuge ausgesetzt und befinden sich daher in Verhältnissen, welche für die Verdunstung eines Theiles ihres Wassers sehr günstig wirken müssen. Daher vertrocknen uns der Mund und die Kehle nach länger fortgesetztem Sprechen, Schreien, Singen u. dgl. Es setzt sich der Schleim um so eher ab. Dieses sehen wir des Morgens bei dem Aufstehen am

---

1) Poggendorff's Annalen der Physik. Bd. XLI. S. 438.

2) Hufeland's Journal der praktischen Heilkunde. Fortgesetzt von Busse. Berlin. 1842. 8. mai. S. 87.

3) J. Liebig, J. C. Poggendorff und F. Wöhler Handwörterbuch der reinen und angewandten Chemie. Bd. II. 1843. S. 344.

4) J. Budge Berliner medicinische Zeitung. 1842. 4. S. 82.

deutlichsten, und wir müssen dann durch Ausspülen des Mundes nachhelfen. An den Zähnen erscheint nicht selten nach und nach eine größere Menge von unorganischen Bestandtheilen in Form von kleinen Concrementen. Sie häufen sich dann, wenn sie nicht mit der Zahnbürste entfernt werden, als sogenannter Weinstein an. Im Grunde genommen bildet dieser nur Concremente der Mundhöhle oder, noch specieller gesagt, Zahnsteine. Ueber seine näheren Verhältnisse s. §. 211. Ob die an der Oberfläche der Zähne beobachteten eigenthümlichen, selbst durch das Glühen ihre Form beibehaltenden Fäden hierher gehören oder nicht [1]), ist unbekannt.

Auf demselben Wege entstehen auch die Concremente, welche in seltenen Fällen in den Mandeln vorkommen, die sogenannten Tonsillarsteine, deren Bildung durch die Höhlenräume der Mandeln begünstigt wird.

Das Absonderungsproduct des Pancreas, der **Bauchspeichel**, ist im Ganzen nur sehr unvollständig untersucht, weil wir kein Mittel haben, dasselbe von gesunden Menschen oder Thieren zu erhalten, bei künstlichen Versuchen und in Krankheitsfällen aber störende und nicht genau zu berechnende Nebenverhältnisse, welche die Möglichkeit einer sicheren Anwendung auf den Normalzustand trüben, eintreten. Schon über die Menge von Flüssigkeit, welche sich durch die Bauchspeicheldrüse absondert, fehlen hinreichend scharfe Data. Schätzen wir ihre absondernde Oberfläche (§. 451) auf 39,89965 Quadratfuß und liefert eine Parotis bei 8,581250 Quadratfuß secernirender Fläche in 24 Stunden 65 — 95 Grm. Speichel, so müßte das Pancreas, wenn es in gleichem Verhältnisse arbeitete, in derselben Zeit 302,226 — 441,715 Grm. oder 10,1387 — 14,8182 Unzen nürnberger Medicinalgewichtes Bauchspeichel, mithin etwas mehr als Mundspeicheldrüsen zusammengenommen oder vielleicht eben so viel hervorbringen. Ob aber diese Werthe, wenn auch nur als ungefähr annährende richtig sind oder nicht, steht dahin. Nur so viel scheint gewiß zu sein, daß die Dünndarmverdauung ebenfalls eine größere Absonderung des Bauchspeichels anzuregen im Stande sei. 484

Der reine Pancreassaft eines Ertrunkenen, welcher vorher Milchkaffee und Butterbrot genossen hatte, reagirte neutral, war wasserhell und klar gleich einer Eiweißsolution und wurde durch Essigsäure, vorzüglich bei dem Erwärmen gefällt (Krause)[2]). Die Schwankungen der Reaction scheinen auch hier wie bei dem Mundspeichel einzutreten. Denn als der Bauchspeichel durch eine in den Ductus Wirsungianus des lebenden Thieres eingesetzte Canüle aufgefangen wurde, zeigte sich bei dem Hunde und dem Schafe im Anfange eine schwach sauere und später eine in geringem Grade alkalische, bei dem Pferde eine etwas saure Reaction (Tiedemann und Gmelin)[3]). Beständiger dagegen ist das Resultat, daß der

---

[1]) F. Bühlmann Beiträge zur Kenntniss der kranken Schleimhaut der Respirationsorgane und ihrer Producte. Bern. 1843. 8. S. 67.

[2]) Müller's Archiv. 1837. S. 17. 18.

[3]) Fr. Tiedemann und L. Gmelin die Verdauung nach Versuchen. Zweite Ausgabe. Heidelberg und Leipzig. 1831. 4. Bd. II. S. 28. 30. 38. 41.

Bauchspeichel eine concentrirtere Flüssigkeit als der Mundspeichel darstellt und sich vorzugsweise durch einen verhältnißmäßigen Reichthum an Proteinkörpern auszeichnet. Bei dem Hunde enthielt er 91,72 %, bei dem Schafe 96,35 % Wasser. In dem ersteren Falle zeigte der feste Rückstand 3,55 %, in dem letzteren 2,24 % Eiweiß mit wenig Salzen verbunden. Außerdem findet sich in ihm in wahrnehmbarer Menge eine durch Chlor sich röthende und später violett niederschlagende Materie, welche es möglich macht die Existenz des Bauchspeichels in dem Dünndarme zu verfolgen. (Tiedemann und Gmelin).

Seine Einwirkung auf den Dünndarmbrei wurde schon in der Lehre von der Verdauung erörtert (§. 248). Wahrscheinlich wird er im Laufe der dünnen Gedärme wiederum gänzlich aufgesogen, so daß der Organismus diesen Saft liefert, um ihn zu Verdauungszwecken und vielleicht noch zu anderen Bestimmungen zu benutzen, hierbei aber Nichts an Substanz verliert. Daß sein Hauptausführungsgang, der Ductus Wirsungianus, lebendige Contractilität besitzen und sich peristaltisch zusammenziehen könne, lehren directe Erfahrungen. Seine eigenthümliche Einmündungsweise in den Zwölffingerdarm wurde auch schon in der Verdauungslehre dargestellt (§. 183).

Das Dunkel, welches die normalen Functionen des Pancreas in vielen Beziehungen umgiebt, erstreckt sich auch auf die Krankheitsverhältnisse desselben. Fast kein einziges Symptom derselben ist constant. Der größte Theil der beobachteten Erscheinungen bedarf noch genauerer ätiologischer Erörterungen. In manchen Fällen gesellt sich zu einem sehr lästigen Brennen im Magen und in der Speiseröhre die Aussonderung einer speichelähnlichen Flüssigkeit, welche sich oft in sehr bedeutender Menge anhäuft und wahrscheinlich immer durch antiperistaltische Brechbewegungen heraufbefördert wird. Allein auch dieses Zeichen fehlt häufig. Alle übrigen Symptome, unter denen sich das Erbrechen noch am leichtesten erklärt, können eben so gut anderen Krankheiten angehören. Die vollständigste neueste Zusammenstellung der Leiden der Bauchspeicheldrüse giebt H. Claessen: Die Krankheiten der Bauchspeicheldrüse, nach der Erfahrung kritisch bearbeitet. Köln. 1842. 8.

Auch Versuche an Thieren liefern in dieser Beziehung so gut als gar keinen Aufschluß. Wenigstens können Hunde die Exstirpation des größten Theiles des Pancreas ohne weitere Folgen überstehen. Siehe J. C. Brunner Experimenta nova circa Pancreas atque Diatribe de Lympha et genuino Pancreatis usu. Lugd. Batav. 1722. 8. p. 10—34. Nach den Thatsachen, welche wir in Betreff der Einwirkung des Bauchspeichels auf das Stärkmehl in der Verdauungslehre kennen gelernt, dürften vielleicht deutlichere Erfolge zu erwarten sein, wenn man Operationen der Art bei Pflanzenfressern unternähme.

6) Gallenabsonderung.

485 Die Galle, das Absonderungsproduct der Leber, bildet nicht bloß ein für den Verdauungsakt wichtiges Fluidum, sondern erhält noch durch seine Beziehungen zum Blute eine eigenthümliche Bedeutung. Schon ihre Ursprungsquelle unterscheidet sich von der der übrigen Secrete unseres Körpers. Denn diese werden durch das Blut von Capillarnetzen, in welche nur Arterien eintreten und aus denen Venen hervorgehen, hergestellt. Die Galle dagegen entsteht aus einer Mischung von vollkommen arteriellem und tief venösem Blute und bildet auf diese Art zugleich für einen Theil

der Blutmasse eine Art von Ausscheidungsproduct. In dieser Voraussetzung hat man auch die Leber als ein Reinigungsorgan des Blutes angesprochen [1]).

Durch die Leberarterie nämlich, welche unmittelbar aus der Eingeweidepulsader und mittelbar aus der Aorta stammt, empfängt die Leber hochrothes Blut, welches kurz vorher in den Lungen oxydirt worden. Außerdem verzweigt sich in ihr noch die Pfortader, welche das Venenblut des Magens, des Zwölffingerdarmes, der dünnen Gedärme, des Blinddarmes mit dem Wurmfortsatze, des Grimmdarmes, des Mastdarmes, der Bauchspeicheldrüse und der Milz zurückführt, arterienartig, bietet hierbei an ihren Hauptstämmen etwas dickere Wandungen dar und verbindet sich in ihren feinsten Reisern mit denen der Leberschlagader zu Capillaren, welche vorzugsweise zwischen den Leberläppchen verlaufen und dann in ihnen radienartig nach dem Mittelpunkte zusammenstoßen. Hier entstehen die Anfangsstämmchen der das Blut aus der Leber hinwegführenden Lebervenen, welche in dem Centrum der Läppchen hinabgehen, sich bald zu größeren Stämmen sammeln und in die untere Hohlvene ergießen. Das Blut der letzteren gelangt kurz darauf in die rechte Vorkammer und den rechten Ventrikel und von da durch die Lungenarterie in die Lungen, um von Neuem durch den Einfluß der Luft oxydirt zu werden. Hieraus ergiebt sich aber, daß wir in dem Capillarsysteme der Leber, welches zur Gallenbereitung dient, eine Mischung von Arterien- und Venenblut haben, welche unmittelbar, nachdem sie in der Leber functionirt, zu neuer Oxydation abgeht, so daß das hierbei betheiligte Schlagaderblut nur eine verhältnißmäßig kurze Kreislaufsbahn besitzt. Der Größe der Stämme nach zu urtheilen, mußte die Leber mehr Pfortader- als Arterienblut empfangen. Denn der Durchmesser der Leberschlagader beträgt 2,'''5, der der Pfortader dagegen 7''' (Krause). Hiernach betrüge der Querschnitt der ersteren 4,909, der der letzteren 38,484 Quadr. Linien. Allein abgesehen von den nicht zu bestimmenden Differenzen der Länge der Verästelungen der beiden genannten Gefäßstämme können wir hieraus nicht schließen, daß die Leber $\frac{38{,}484}{4{,}909} =$ 7,840 Mal mehr Pfortaderblut als Leberarterienblut erhalte, weil das erstere offenbar langsamer als das letztere strömt und dieses daher wenigstens einen Theil des geringeren Calibers der Leberschlagader durch seine größere Geschwindigkeit compensiren muß.

Das Arterienblut, welches für die Leber bestimmt ist, bietet wahr- 486
scheinlich gar keine abweichenden Merkmale von anderem Schlagaderblute dar. Dagegen läßt sich schon theoretisch erwarten, daß das Pfortaderblut eigenthümlich gemischt sein müsse, weil es nicht bloß, gleich anderem Venenblute, zur Ernährung der entsprechenden Organe gedient, sondern sich auch bei der Verdauung und der Chylification in dem Darme und der Milz auf eine schon bei jenen Processen geschilderte Weise betheiligt

---

[1]) Siehe hierüber und dagegen J. Dömling, Ist die Leber ein Reinigungsorgan? Wien. 1798. 8.

hat. In der That ergaben auch die von B. C. Schultz[1]) und F. Simon[2]) am Pferde angestellten Untersuchungen mehrfache Verhältnisse, durch welche das Pfortaderblut sowohl als das Lebervenenblut von dem übrigen Arterien- und Venenblute abweicht. Wir werden diese Unterschiede am besten übersehen können, wenn wir zuerst die von F. Simon an einem und demselben Thiere gemachten Analysen zusammenstellen und hierauf die einzelnen Blutbestandtheile nach den von beiden genannten Forschern erhaltenen Resultaten vergleichend durchgehen.

I. An Malleus humidus leidendes, bis vor seinem Tode regelmäßig gefüttertes Pferd.

Bestandtheile.	Arterienblut aus der Carotis.	Venenblut aus der Jugularis.	Pfortaderblut.
Wasser	76,0084	75,7351	72,4972
Fester Rückstand .	23,9952	24,2649	25,7028
	100,0036	100,0000	98,2000
Faserstoff . . .	1,1200	1,1350	0,8370
Fett	0,1856	0,2290	0,3186
Eiweiß	7,8880	8,5875	9,2400
Globulin	13,6148	12,8698	15,2592
Haematin . . .	0,4872	0,5176	0,6600
Extractive Materien und Salze . .	0,6960	0,9160	1,1880
	23,9916	24,2499	27,5028

[1]) C. H. Schultz das System der Circulation. Stuttgart und Tübingen. 1836. 8. S. 149 fgg.

[2]) F. Simon Handbuch der angewandten medicinischen Chemie. Berlin. 1841. 8. Bd. II. S. 111 fgg.

II. Altes abgemagertes, wegen Kraftlosigkeit getödtetes Pferd.

Bestandtheile.	Arterienblut aus der Carotis.	Venenblut aus der Jugularis.	Pfortaderblut.	Lebervenenblut.
Wasser	78,9390	78,6506	81,5000	81,4000
Fester Rückstand . .	21,0610	21,3494	18,5000	18,6000
	100,0000	100,0000	100,0000	100,0000
Faserstoff	0,6050	0,5080	0,3285	0,2650
Fett	0,1320	0,1456	0,1845	0,1408
Eiweiß	11,3100	11,3350	9,2250	10,3283
Globulin	7,6400	7,8040	7,2690	5,7134
Haematin	0,3640	0,3952	0,3900	0,3000
Extractive Materie und Salze	1,0000	1,0816	1,1623	1,2312
	21,0510	21,2694	18,5593	17,9787

III. Pferd.

Bestandtheile.	Pfortaderblut.	Lebervenenblut.
Wasser	73,8000	72,5000
Fester Rückstand . .	26,2000	27,5000
Faserstoff	0,3500	0,2500
Fett	0,1968	0,1560
Eiweiß	11,4636	13,0000
Globulin	11,6358	11,2000
Haematin	0,4920	0,4420
Haemaphäin	0,1467	0,1040
Extractive Materien und Salze	1,6236	1,7160
	25,9085	26,8680

Betrachten wir nun die einzelnen Substanzen, so ergiebt sich, 1) daß der Wassergehalt des Pfortaderblutes in Verhältniß zu dem des anderen Venenblutes zu variiren scheint. In der Analyse Nr. I. ergaben sich in jenem 3,2379 % weniger Wasser als in dem Jugularvenenblute. Umgekehrt dagegen enthält es bei Nr. II. 2,8494 % Wasser mehr. Zu einer Art von Mittelresultat glaubte früher C. H. Schultz gelangt zu sein, indem er annahm, daß im Allgemeinen das Pfortaderblut etwas wasserreicher sei. Das letztere zeigte nämlich im Durchschnitt aus drei Beobachtungen, welche am Pferde angestellt worden, 83,10 % Wasser. Das

Venenblut desselben Thieres lieferte nur 81,40 %, also 1,7 % weniger. Ein widersprechendes Ergebniß zeigte sich bei einem mit Hafer gefütterten Pferde, dessen Pfortaderblut 79,7 % und dessen Venenblut 80,5 %, also 0,8 % Wasser mehr führte. Dagegen scheint der Zustand der Verdauung, durch welche, wie wir bei dieser sahen, Stoffe in das Venenblut übertreten, die Menge des festen Rückstandes des Pfortaderblutes auf constantere Weise zu vermehren. Das Serum des Pfortaderblutes eines nüchternen Pferdes enthielt 91,84 %, das eines reichlich mit Hafer gefütterten 90,33 % Wasser (C. H. Schultz). 2) Der Faserstoff findet sich, wie aus Nr. I. und II. erhellt und auch früher schon von Schultz beobachtet worden, im Pfortaderblute in geringerer Menge als in dem Arterien- sowohl wie in dem Venenblute. 3) Das Eiweiß dagegen erscheint in vergrößerter Quantität. Auch diese Eigenthümlichkeit hängt wahrscheinlich mit dem Verdauungsprocesse, durch welchen Albuminkörper in das Blut gelangen, zusammen. Aus demselben Grunde zeichnet sich 4) das Pfortaderblut durch einen besonderen Reichthum von Fett, welches nach Schultz beinahe das Doppelte betragen kann, aus. Endlich treten auch 5) in den Salzen größere Zahlen als in dem Arterien- und Venenblute hervor. Außerdem soll noch das in der Regel eine dunklere Farbe darbietende Pfortaderblut nur ein zertheiltes Coagulum liefern und weder durch Sauerstoff, noch durch Salze geröthet werden (C. H. Schultz).

Vergleichen wir aber hiermit das Lebervenenblut, so ersehen wir aus den oben angeführten Analysen, daß die Quantitäten des Faserstoffes, des Fettes und der Salze in Verhältniß zu denen des Pfortaderblutes abnehmen, daß sich dagegen die des Eiweißes vergrößert. Das Fett und die Salze erhalten wir in der bereiteten Galle wieder. Die Differenzen des Faserstoffes und des Eiweißes dagegen beruhen auf uns noch unbekannten Ursachen. Jedenfalls können sie nicht, wie die obigen Analysen zeigen, aus der bloßen Vermischung des Arterien- und Pfortaderblutes hervorgehen. Ob in der Leber eine Umsetzung eines Theiles des Fibrins in Albumin Statt finde, ob dieses mit der Abgabe von Salzen zusammenhänge, müssen künftige Erfahrungen genauer lehren.

487 Der Mechanismus der Gallenabsonderung ist uns noch so gut als gänzlich unbekannt. Wir wissen nicht, ob die Galle unmittelbar in die Anfänge der Gallencanälchen der Leber eintritt oder ob sie erst aus der vermittelnden Thätigkeit der eigenthümlichen Leberzellen hervorgeht. Zu Gunsten der letzteren Annahme kann der Umstand gedeutet werden, daß wir in den Leberzellen so häufig einzelne gelbe Körnchen oder verwischtere Flecke, welche in ihrer Färbung mit der der Galle übereinstimmen, vorfinden. Allein gesetzt auch, diese Ablagerungen haben für die Gallenbereitung eine höhere Bedeutung, so wissen wir nicht, auf welche Art sie in das Secret übertreten und welchen Antheil sie an dem Erscheinen desselben nehmen. Denn daß die Galle erst durch das Verschwinden oder durch Metamorphosen der Leberzellen im Ganzen entstehen könne, dagegen scheint die Schnelligkeit der Gallenabsonderung im Ganzen nachdrücklich zu sprechen. Höchstens ließe sich vorstellen, daß jene gelben

Massen im Innern der Zellen als Nebenproducte der Thätigkeit derselben entstehen und durch die vorbeiströmende Gallenflüssigkeit ausgezogen werden.

Eben so wenig sind wir im Stande, auch nur approximativ die Menge von Galle, welche ein Mensch oder ein Thier in 24 Stunden liefert, zu bestimmen. Man versuchte zwar dieses Problem dadurch zu lösen, daß man aus der Menge von Säure oder Chymus, welcher zur Neutralisation der Galle nothwendig wird, auf die Quantität der letzteren, welche geliefert werden muß, schloß. Allein diese Methode (C. H. Schultz) erscheint viel zu unsicher, als daß sich hierauf bestimmte weitere Folgerungen bauen ließen. Die Annahme, daß ein Mensch in 24 Stunden 17 — 24 Unzen Galle liefere, kann daher nur als eine durchaus hypothetische angesehen werden.

Die Galle zeichnet sich meist vor den übrigen Absonderungsproducten durch ihre verhältnißmäßige Concentration, ihre sehr eigenthümlichen organischen Stoffe und ihren relativ bedeutenden Salzgehalt, welcher vorzugsweise aus Alkalien und alkalischen Verbindungen besteht, aus. Die Thränen führen ungefähr 99%, der Mundspeichel 98—99%, der Bauchspeichel 91,9—96,3%, der Harn ungefähr 93,3%, die Galle des Ochsen dagegen 90,44% (Berzelius) bis 87,56% (Thénard) Wasser, welches sich jedoch auch bisweilen auf 92,838% zu erheben vermag (Berzelius). Nur der Same besitzt ebenfalls bloß einen Wassergehalt von 90% (Vauquelin). Bedenken wir aber, daß dieser im gesunden Zustande nur selten und in geringen Mengen abgesondert wird, während sich die Galle reichlicher und anhaltend ausscheidet, so ergiebt sich von selbst, daß diese die Bestimmung haben müsse, eine große Menge organischer Stoffe dem Blute zu entziehen und in den Darm überzuführen.

Was die eigenthümlichen organischen Verbindungen der Galle selbst betrifft, so hat die Chemie in dieser Hinsicht noch keine Resultate geliefert, welche genügender physiologischer Anwendungen fähig wären. Die bei früheren Untersuchungen (von Berzelius, Thénard, L. Gmelin) ausgeschiedenen Stoffe, wie der Gallenstoff, das Picromel, der gelbe Gallenfarbestoff, die Cholsäure, der Gallenzucker u. dgl. waren größtentheils Gemenge der Umsetzungen einfacherer Gallensubstanzen, welche mehr den Chemiker als den Physiologen und Arzt interessiren. Die gewünschte Einfachheit schien endlich dadurch erreicht zu werden, daß man fand (Demarçay), daß die von Schleim befreite Galle, mit Salzsäure in der Wärme digerirt, eine eigenthümliche Säure, die Choleinsäure, abschied. Diese wurde von einzelnen Chemikern (Berzelius) für identisch mit dem Gallenharze (von Thénard) gehalten. Als Zersetzungsproducte erscheinen Ammoniak, Taurin (von L. Gmelin) und unter manchen Bedingungen eine harzähnliche Säure, die Choloidinsäure und die (von Gmelin gefundene) Cholsäure. Demarçay schloß daher, daß die Idee der Alten, nach welcher die Galle eine Seifenverbindung darstelle, richtig sei und daß sie im Wesentlichen aus choleinsaurem Natron bestehe. Dieses für die Physiologie so wünschbare Resultat erlitt jedoch durch die neuesten

Untersuchungen von Berzelius [1]) wieder solche Modificationen, daß sich unsere Wissenschaft gewissermaßen in der früheren Verlassenheit befindet. Nach diesen Forschungen enthält die Galle als ihren wesentlichsten und größten Bestandtheil einen eigenthümlichen Stoff, das Bilin, welches auch die Hauptmasse des Picromel (von Thénard) und des Gallenzuckers (von L. Gmelin) ausmacht, neutral reagirt, bitter schmeckt, in Wasser löslich ist und eine äußerst bedeutende Neigung zur Selbstzersetzung hat. Durch die letztere entstehen Ammoniak, Taurin und zwei eigenthümliche harzähnliche Säuren, die Fellinsäure und die Cholinsäure. Diese verbinden sich mit Bilin zu Bilifellinsäure und Bilicholinsäure, welche beiden, mit einander vermengt, die Choleinsäure (von Demarçay) und die Hautmasse des Gallenharzes (von Thénard) darstellen. Außerdem und abgesehen von Schleime, welcher der aus der Gallenblase entnommenen Galle beigemengt ist, enthält diese noch einen eigenthümlichen, in reinem Zustande nicht isolirbaren Farbestoff, das Cholepyrrhin. Neben den drei genannten Hauptmaterien existiren noch extractähnliche Stoffe wie sie im Blute vorkommen, Cholestearin, Seifenverbindungen von ölsaurem, margarinsaurem und stearinsaurem Natron, unverseiftes Fett, Chlornatrium, schwefelsaures, phosphorsaures und milchsaures Natron und phosphorsaure Kalkerde.

Bei einem Wassergehalte von 92,838% und bei 7,162% festen Rückstandes der Ochsengalle betrug der Schleim 0,231% und hinterließ 0,026% Asche, welche basisch phosphorsaure, dagegen weder freie noch kohlensaure Kalkerde führte. Die in Alkohol unlösliche extractähnliche Materie nebst schwefelsaurem und phosphorsaurem Alkali glich 0,4334%. Zu 1,5% schlägt Berzelius das Chlornatrium nebst dem milchsauren Natron und dem in Alkohol löslichen Extractivstoffe, zu 5% das Bilin nebst der beigemengten geringen Quantität des Cholepyrrhin an. Die Galle selbst erscheint hiernach nicht als alleinige Seifenverbindung, sondern als eine Mischung eines eigenthümlichen neutralen Körpers, das Bilin, mit Gallenfarbestoff, Schleim, verseiftem Fette, reinem Fette und verhältnißmäßig vielen Salzen.

Obgleich diese Resultate die Physiologie wieder zu der alten Nothwendigkeit zurückführen, von den meisten Angaben der Gallenanalyse als unanwendbaren Factis zu abstrahiren, so erhellt doch wenigstens so viel, daß wir die elementaranalytische Formel des Taurin und zum Theil die der Choleinsäure noch zu ferneren Combinationen gebrauchen können, weil diese Umsetzungsproducte der Galle, welche so äußerst leicht erscheinen, ohne Zweifel schon im lebenden Darme auftreten und die Choleinsäure wenigstens eine Mischung der drei Hauptzersetzungsproducte der Galle darstellt.

488 Aus diesen Prämissen lassen sich aber zwei bemerkenswerthe Eigenthümlichkeiten der Galle herleiten. 1) Finden wir in ihr als wesentliche in dem alkalischen oder salzigen Wasser aufgelöste organische Bestandtheile theils verseifte, theils freie Fette, welche sich daher als solche durch einen größeren Gehalt an Kohlenstoff und zum Theil an Wasserstoff und durch

[1]) R. Wagner Handwörterbuch der Physiologie. Braunschweig. 1842. 8. Bd. I. S. 516.

geringe Mengen von Sauerstoff auszeichnen. Unter diesen besitzt das Cholestearin diese Eigenthümlichkeit in bedeutenderem Maaße als das gewöhnliche Fett. Denn während dieses C_{11} H_{19} O_1 zur Formel hat, gleicht das Gallenfett C_{36} H_{62} O_1 oder C_{37} H_{64} O_1. Zum Theil aber auch zeigen die Hauptbestandtheile der Galle, welche zugleich Stickstoff führen, zwar mehr Sauerstoff, aber auch nebenbei einen verhältnißmäßig sehr bedeutenden Reichthum an Kohlen- und an Wasserstoffelementen. Denn die Formel der Choleinsäure ist $= C_{46}\ H_{78}\ N_2\ O_{13}$; die des Protein dagegen $C_{48}\ H_{72}\ N_{12}\ O_{14} = C_8\ M_{12}\ N_2\ O_{2,33}$; die des Ochsenblutes $C_{48}\ H_{78}\ N_{12}\ O_{15} = C_8\ H_{13}\ N_2\ O_{2,5}$; die des Fleisches $C_{48}\ H_{82}\ N_{12}\ O_{15} = C_8\ H_{13,66}\ N_2\ O_{2,5}$. Es kommen also in allen zuletzt genannten Substanzen auf dieselbe Atomenzahl von Stickstoff nicht nur bedeutend weniger Kohlenstoff- und Wasserstoff-, sondern auch überdieß weniger Sauerstoffatome als in der Choleinsäure. Diese Verhältnisse deuten darauf hin, daß die Galle zu ihrer Abscheidung nicht bloß des Fettes, vorzüglich des Pfortaderblutes, sondern auch Proteinkörper und wahrscheinlich des hochrothen Blutes der Leberarterie oder des Sauerstoffes derselben bedarf (vgl. §. 127). Betrachten wir aber das Taurin, so ergeben sich andere Verhältnisse. Die Formel desselben ist $C_4\ H_{14}\ N_2\ O_{10}$. In ihm also haben wir einen Körper, welcher für dieselbe Stickstoffmenge viel weniger Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff als die Choleinsäure enthält und sich in dieser Beziehung eher den Proteinkörpern annähert. Da nun das Ammoniak aus Stickstoff und Wasserstoff besteht, so bleiben wahrscheinlicher Weise, wenn durch Zersetzung der Galle Taurin und Ammoniak entstehen, die kohlenstoffreicheren Verbindungen in den übrigen Nebenproducten zurück. 2) Haben wir in der Galle eine nicht unbedeutende Menge von Salzverbindungen, vorzüglich von Alkalien und insbesondere von Natron. Halten wir uns an die älteren Angaben, so beträgt die Menge der Alkalien und der alkalischen Salze 1,26 % (Berzelius) bis 1,40% (Thénard).

Wenn schon die normalen chemischen Verhältnisse der Galle so äußerst viele Dunkelheiten darbieten, so sind uns die krankhaften Veränderungen derselben noch fast gänzlich unbekannt. In der Regel reagirt die gesunde Galle schwach alkalisch, bisweilen jedoch auch neutral. Bei einzelnen Leberleiden wurde sie sogar in geringem Grade sauer gefunden. Das Cholestearin zeigt sich bisweilen in Form rhombischer Blättchen der in der Gallenblase angesammelten Galle beigemengt. Bei Lungenschwindsucht enthält sie weniger Fett (Chevreul), bei Fettleber eine geringere Menge von Gallenpigment (Thénard). Daß bei Gelbsucht, wo die Gallenabsonderung stockt, ein gelber Farbestoff im Blute existire und sich eine gelbliche Ernährungsflüssigkeit aussondere, daß daher zuerst weiße, mit dünnen Epithelialbildungen versehene Theile, wie die Bindehaut des Auges und später der ganze Körper gelb erscheinen, daß die Färbung bei größerer Intensität des Leidens grün werde und daß der Urin viel gelbe bis braungelbe Stoffe abführe, die Excremente dagegen grau gefärbt sind, ist zwar durch die medicinische Beobachtung längst bekannt, chemisch dagegen fast gar nicht speciell erläutert. Auch aus der Galle des Menschen schlagen sich sehr häufig feste Substanzen nieder und bilden, abgesehen von den vereinzelten Körnchen und Cholestearinblättchen, Gallensteine, die bald in einfacher Zahl, bald in größerer Menge sowohl in den Gallengängen als in der Gallenblase, als in dem Darme vorkommen oder mit dem Stuhle entleert werden. Bei dem Menschen sind ihre Hauptbestandtheile Gallenfett, Gallenfarbestoff, Margarin und Margarinsäure-Verbindungen. Die unorganischen Substanzen bilden immer, wenn sie überhaupt in wägbarer Menge existiren, äußerst geringe Quantitäten. Manche dieser Gallensteine stellen vollkommene Krystalldrusen dar. Andere dagegen erhalten dadurch ebenere

Oberflächen, daß sie in größerer Anhäufung neben einander vorkommen, sich gegenseitig drücken und abschleifen. Wie es scheint, wird ihre Bildung nicht bloß durch organische Störungen der Leber, sondern auch durch Mangel an nothwendiger Bewegung begünstigt. Wir finden sie daher z. B. nicht selten bei Personen, welche lange Zeit vor ihrem Tode in strengem Gefängnisse zugebracht haben.

489 Die durch die Leber abgesonderte Galle gelangt aus den sich netzförmig verbindenden Gallengängen in den Lebergang und fließt entweder durch den gemeinschaftlichen Gallengang unmittelbar in den Zwölffingerdarm ab oder gelangt durch den Gallenblasengang in die Gallenblase, um hier einige Zeit zu verweilen, sich mit Gallenblasenschleim zu vermischen, concentrirter zu werden, so ein sp. G. von 1,0352 zu erhalten (Krause) und dann ebenfalls durch den gemeinschaftlichen Gallengang in das Duodenum überzutreten. Der specielle Mechanismus, nach welchem dieses geschieht, ist noch nicht hinreichend studirt. Damit nicht aber die in der Gallenblase befindliche Galle zu schnell und in zu großen Massen abfließe, existiren in dem Halse derselben mannigfaltige reguläre Falten, welche durch ihr gegenseitiges Ineinandergreifen eine Art von mehr oder minder vollständigem Schraubengang darstellen, so den zu massenhaften Austritt der Galle verhüten und zugleich deren Excretion bloß in Folge der verschiedenen Körperstellungen unmöglich machen [1]). Daß sich der gemeinschaftliche Gallengang nach äußeren Reizen peristaltisch zusammenziehe, lehren directe Versuche an Thieren. Daß wahrscheinlich die Gallenblase dasselbe Vermögen besitze, erhellt daraus, daß sich in ihrer Mittelhaut, vorzüglich bei größeren Säugethieren, deutliche muskulöse Fasern unter dem Mikroskope nachweisen lassen.

Ueber das Verhältniß der Galle zu dem Verdauungsprocesse wurde §. 249 gehandelt. Daß noch außer den daselbst geschilderten Wirkungen ihre leichte Zersetzbarkeit um so eher Umsetzungen in dem Dünndarmbrei hervorrufe (Lehmann) [1]), ist zwar theoretisch sehr wahrscheinlich, bedarf jedoch noch speciellerer empirischer Nachweise. Jedenfalls scheint dafür allerdings zu sprechen, daß sie sich als ein gutes Gährungsmittel auszeichnet (Quevenne). Außer dieser Eigenschaft aber, für den Verdauungsproceß zu wirken, bildet sie wahrscheinlicher Weise ein Reinigungsproduct des Blutes. Obgleich über diesen Punkt noch keine definitiven Erfahrungen vorliegen, so sprechen doch hierfür sowohl anatomische als physiologische Gründe, welche wir bei den Verhältnissen der Ernährung specieller kennen lernen werden. Die abgesonderte Galle wird zu einem sehr großen Theile in dem Laufe des Dünndarmes von Neuem aufgesogen und geht so in Verbindung mit den hinzukommenden Nahrungsmaterien den Weg der Chylification wiederum durch. Tritt sie daher auch als Excretionsstoff aus dem Blute hervor, so erleidet der Organismus auf diesem Wege keinen erheblichen Verlust. Die für ihn noch brauchbaren Stoffe kehren in wiederhergestellter Form abermals zum Blute zurück.

7. Harnabsonderung.

490 Der durch die Nieren abgeschiedene Harn stellt gleich der Galle ein Excretionsproduct des Blutes dar, unterscheidet sich jedoch von dieser dadurch, daß er im Ganzen oder wenigstens seiner Hauptmasse nach nicht

---

[1]) Vgl. Amussat in Froriep's neuen Notizen. 4. 1842. Nr. 527. 328—30.

[2]) O. G. Lehmann Lehrbuch der physiologischen Chemie. 1842. 8. Bd. I. S. 311.

in den Körper zurückkehrt, sondern aus demselben ausgeschieden wird. Zu gleicher Zeit stammt der Urin nur aus dem arteriellen Blute, welches durch die Nierenarterie zufließt, das mithin kurz vorher durch die Lungen hindurchgegangen und nun das in ihm noch verbliebene überschüssige Wasser nebst gewissen zersetzten organischen Stoffen und Salzen abgiebt. Der Urin ist auf diese Art das Hauptmenstruum für die Entfernung des nicht mehr brauchbaren, dem Blute beigemischten Wassers und eines großen Theiles löslicher, vorzüglich alkalischer Salze, welche schon der Analogie der serösen Absonderungen gemäß in ihm enthalten sein müssen. Außer dieser wichtigen Rolle aber hat er noch die Bestimmung, eigenthümliche und charakteristische Verbindungen organischer Natur zu entfernen. Vor Allem gehören hierher der Harnstoff, die Harnsäure und die Hippursäure. Keine organische Combination unseres Körpers führt so viel Stickstoff als der Harnstoff, welcher 46,73 % desselben (Liebig und Wöhler) enthält. Die Harnsäure besitzt 33,361 % (Liebig) bis 34,60 % (Mitscherlich); die Hippursäure dagegen nur 7,816 % (Liebig) Nitrogen. Der Urin führt also auf diese Art nicht nur Wasser und in diesem lösliche Salze, sondern auch an Stickstoff reiche Materien ab und bildet so gewissermaßen ein Supplement der Lungen- und der Hautausdünstung, durch welche vorzugsweise kohlenstoffreiche Verbindungen davongehen. Wahrscheinlicher Maaßen sind auch sein Farbestoff und seine übrigen organischen Substanzen Ausscheidungsproducte mehr oder minder eigenthümlicher Art. Jedoch läßt sich dieses nach unseren gegenwärtigen Kenntnissen nicht mit Bestimmtheit nachweisen.

Wie aber die Galle in der Gallenblase, so sammelt sich der tropfenweise durch den Harnleiter herabkommende Urin in der Harnblase an und summirt sich hier zu einer größeren Masse, welche dann von Zeit zu Zeit durch die Zusammenziehung der Blase und andere unterstützende Bewegungen längs der Harnröhre herausgetrieben wird. Nach genau berechneten Zwecken können aus der Gallenblase nur kleine Massen auf ein Mal hervortreten. Die Entleerung der Harnblase erfolgt zwar ebenfalls auf eine bloß allmälige Weise, geschieht jedoch in einem stärkeren anhaltenden Strome, welcher in kurzer Zeit den gesammten angesammelten Urin abführt.

Obgleich die täglich gelieferte Harnmenge nach Individualität, 491
Nahrungsweise und anderen Verhältnissen in hohem Grade variirt, so bleibt sie doch im Normalzustande jeden Falles sehr bedeutend. Innerhalb 24 Stunden beträgt sie bei dem Erwachsenen im Durchschnitt 1040 Grm. (Prout) bis 1568 Grm. (Haller). Bei 13 Individuen verschiedenen Geschlechtes und Alters schwankte die in 24 Stunden gebildete Quantität zwischen 525 Grm. = 1,05 schweizer Pfund = 1,122 preuß. Pfund und 2271 Grm. = 4,542 schweizer Pfund = 4,855 preuß. Pfund, bei fünf ungefähr gleich genährten Männern von 20 bis 45 Jahren zwischen 743 Grm. = 1,486 schweizer Pfund = 1,588 preuß. Pfund und 2271 Grm. Bei den letzteren Personen betrug sie im Mittel 1268 Grm. = 2,536

schweizer Pfund = 2,711 preuß. Pfund (Lecanu)[1]. Im Allgemeinen sollen kräftige Männer mehr Harn als Frauen liefern. Der der Kinder ist natürlich immer absolut sparsamer als der von Erwachsenen.

Um diese bedeutende Quantität flüssigen Secretes zu erzeugen, müssen sich die Nieren in jeder Beziehung in Verhältnissen befinden, welche die Ausschwitzung wässeriger Stoffe in hohem Grade begünstigen. Welcher Art diese seien, läßt sich für jetzt nur mit Wahrscheinlichkeit angeben, nicht aber durch definitive Beweise belegen. Daß nicht die bloße Größe der Secretionsfläche der Niere dieses bewirke, erhellt wenigstens zum Theil aus dem, was schon früher (§. 451) über die Absonderungsflächen überhaupt angeführt worden. Obgleich nämlich die berechnete Secretionsfläche Einer Niere 43,551 Quadratfuß beträgt, so entsprechen doch 1 Cubikzoll Niere nur 6,428 Quadratfuß, 1 Cubikzoll Pancreas dagegen 12,626 Quadratfuß Absonderungsfläche. Nehmen wir für die beiden Nieren 87,102 Quadratfuß an, so müßten sie, wenn die Ohrspeicheldrüse bei 8,581250 Quadratfuß Secretionsfläche in 24 Stunden 65 bis 95 Grm. Speichel lieferte und die Harnbildung in gleichem Verhältnisse fortginge, in derselben Zeit 659,777 Grm. bis 964,275 Grm. Urin hervorbringen. Hält man sich selbst an den größeren Schätzungswerth von Krause = 125 Quadratfuß für beide Nieren, so entspricht dieses immer nur 946,832 bis 1383,833 Grm., also im Mittel der ersteren Berechnung 812,026 Grm., im Durchschnitt der letzteren 1165,332 Grm. Beiderlei Werthe überschreiten zwar die durch die Erfahrung gelieferten Minima, während sogar die zweite Bestimmung dem gefundenen Mittel ziemlich nahe steht. Allein alle Zahlen entfernen sich zu sehr von den erfahrungsmäßigen Maximis, als daß, wie es wenigstens scheinen könnte, so bedeutende Unterschiede auf Rechnung der individuellen Größe der Nieren oder der Secretionsflächen derselben oder eines verstärkten temporären Absonderungsprocesses gebracht werden könnten. Eher ließe sich denken, daß der Grund der Verschiedenheit darin liege, daß der Harn fortwährend, der Speichel dagegen in beträchtlicherer Menge nur zu gewissen Zeiten abgesondert werde.

Jedoch selbst dieses zugegeben, so erklärt sich aus den bloßen Verhältnissen der Secretionsflächen immer noch nicht, weshalb das Wasser, welches wir in den Getränken genießen, binnen so kurzer Zeit zu einem großen Theile durch den Urin ausgeleert wird. Schon diese einzige Thatsache deutet darauf hin, daß innerhalb eines bestimmten Zeitraumes eine größere Masse Blutes durch die Nieren als durch andere Drüsen strömen müsse. So höchst wahrscheinlich dieses ist, so wenig wird es aber auch möglich, selbst diesen Satz apodiktisch zu beweisen, weil uns kein Mittel zu Gebote steht, die Capacitäten und die Widerstände der Capillaren exact zu bestimmen. Eher läßt sich in dieser Beziehung in Betreff der eintretenden Gefäßstämme zum Theil eine Wahrscheinlichkeitsrechnung aufstellen. Da nämlich die Nieren so bedeutende Quantitäten absondern, so werden sie in Verhältniß zu ihrem Volumen größere Querschnitte der einfließen-

[1]) Annales des sciences naturelles. Zoologie. 1839. 8. Tome XII. p. 92.

den Blutsäulen als andere Drüsen darbieten, dagegen in dieser Beziehung den Lungen, in welchen die gesammte Blutmenge innerhalb kurzer Zeit arterialisirt werden muß, nachstehen. Leider läßt sich hierbei von den conglomerirten Drüsen nur die Leber in Anschlag bringen, weil wir bei der Thränendrüse, den Mundspeicheldrüsen, dem Pancreas u. dgl. die eintretenden Stämme nicht so genau zu controliren im Stande sind. Der Consequenz wegen halte ich mich bei den folgenden Vergleichen an die von Krause gegebenen Werthe. Hiernach beträgt das mittlere Volumen der Niere 7,5 franz. Cubikzoll; der Durchmesser der Nierenarterie 2‴,5 bis 3‴, also im Mittel 2‴,75. Der mittlere Querschnitt gleicht daher 5,9395 Quadratlinien. Das mittlere Lebervolumen ist 88 Cubikzoll, der mittlere Durchmesser des rechten Leberarterienastes 1‴,5, der des linken 1‴,25, der der Pfortader 7‴. Dieses giebt zusammen 41,4787 Quadratlinien Querschnitt. Es kommen daher in der Niere auf 1 Cubikzoll Volumen 0,79194 Quadratlinien, auf 1 Cubikzoll Leber dagegen nur 0,47135 Quadratlinien Querschnitt der einströmenden Blutsäule. Bedenken wir nun noch, daß das Blut in der Pfortader langsamer als in der Leber- und der Nierenarterie fließt, so stellt sich das Verhältniß für die Leber noch ungünstiger. Ein anderes Resultat dagegen ergiebt sich für die Lungen. Diese haben, wenn sie von Luft völlig entleert sind, ein aus ihrem absoluten und ihrem spec. Gewichte berechnetes Volumen von 49 bis 62, also im Mittel ein solches von 55,5 Cubikzoll. Der Durchmesser der Lungenarterie gleicht 12‴,5, folglich ihr Querschnitt 122,718 Quadratlinien. Es entsprechen mithin 1 Cubikzoll Volumen 2,2111 Quadratlinie Blutsäule, und es verhalten sich daher mit Zugrundelegung des Umfanges die Querschnitte der in die Lungen, die Nieren und die Leber einströmenden Blutsäulen = 2,21111 : 0,79194 : 0,47135 = 1 : 0,35815 : 0,21317. Oder es fließt wahrscheinlich in jedem Momente proportionell zum Umfange in jede Niere nur ungefähr ⅓ Mal und in die Leber nur ⅕ Mal so viel Blut als in die Lungen ein.

Daß die Quantität des abgesonderten Harnes nach Umständen variire, daß wir nach dem Genusse von vielen Getränken, bei großer Luftfeuchtigkeit u. dgl. mehr uriniren, lehrt die tägliche Erfahrung. In verschiedenen Krankheiten aber kann die Menge des entleerten Urines nach beiden Seiten hin die normalen Grenzen auf eine sehr bedeutende Weise überschreiten. Ein Wassersüchtiger, dessen Haut zugleich trocken bleibt, entfernt bisweilen binnen 24 Stunden kaum ⅛ des gewöhnlichen Minimum, während es Personen, welche ungemein viel Getränk zu sich nehmen und sehr viel harnen, bis auf 34 Pfund täglich sollen bringen können (Willis). Da die Nieren den vorzüglichsten Abzugscanal des überschüssigen Wassers aus unserem Körper darstellen, so erklären sich diese bedeutenden Differenzen der Wasserentleerung von selbst.

Außer der verhältnißmäßig großen Blutmenge, welche in die Nieren 492
eintritt, außer der raschen Durchströmung, welche hier wahrscheinlicher Weise Statt findet, begegnen wir noch in dem Harnbereitungsapparate einer eigenthümlichen Gefäßeinrichtung, welche allen anderen Drüsen des erwachsenen Menschen mangelt. Statt daß nämlich die feineren Arterienzweige unmittelbar in Capillaren übergehen sollten, bilden sie erst verschlungene Wundernetzknäuel, die malpighischen Körperchen, aus welchen

arterielle Stämmchen hervortreten, um die Capillaren der Rindensubstanz der Niere zu erzeugen. Nur die Primordialnieren des Fötus, welche ebenfalls eine harnähnliche Flüssigkeit abscheiden, zeigen analoge Bildungen. Fast jedes Arterienreiserchen besitzt ein solches malpighisches Körperchen. Dagegen gehen einzelne nach der Peripherie der Niere ausstrahlende Schlagaderstämmchen, ohne Wundernetze der Art darzubieten, in ein engmaschiges die Schleifen der Harnkanälchen deckendes Gefäßnetz über (Bünger)[1]. Da sich in jenen malpighischen Körperchen ein Arterienstämmchen von durchschnittlich 0''',00625 Durchmesser in einzelne verknäuelte Gefäße von 0''',00384 bis 0''',00237 auflöst, so wird hierdurch das Flußbett erweitert und die Geschwindigkeit verzögert. Zu gleicher Zeit entsteht hierbei eine größere Widerstandshöhe, so daß die Wandungen der verschlungenen Reiser eine bedeutendere Druckkraft auszuhalten haben (Ludwig)[2]. Hierdurch wird wahrscheinlich nicht nur ein vermehrtes Quantum von Flüssigkeit austreten, sondern diese dürfte auch concentrirter als sonst sein, weil sich die Poren der Gefäße der malpighischen Körperchen durch den auf ihnen Statt findenden Druck erweitern.

Nun werden die Wundernetzknäuel von den Anfängen der Harnkanälchen, welche hier ein Flimmerepithelium haben, kapselartig umgeben (Bowmann)[3]. Es wird mithin die ausgetretene wahrscheinlich dichtere Flüssigkeit in Bewegung erhalten und schneller nach den übrigen Harnkanälchen befördert. Hier kommt sie mit der Ernährungsflüssigkeit und den umspinnenden Capillaren, in welchen das Blut unter einem geringeren Drucke strömt, in Berührung. Nimmt man nun an, daß die Poren dieser feinsten Blutgefäße kleiner sind und daher ein wässerigeres Fluidum durchlassen, so wird dieses von dem concentrirteren Inhalte mit Begierde angezogen werden. Jedoch giebt diese hypothetische und an und für sich noch nicht beweisbare Vorstellung höchstens eine Andeutung der Ursachen des größeren Wassergehaltes des Urines, nicht aber des Erscheinens von Harnstoff und anderen charakteristischen Substanzen, so wie des Mangels an Eiweiß. Besonders beschaffenes Blut, wie dieses bei der Leber in Betreff der Pfortader der Fall ist, strömt in die Nieren nicht ein.

493 Der aus den Blutgefäßen hervortretende Harn gelangt zunächst in die gewundenen Harnkanälchen der Rindensubstanz und geht bei fernerer Füllung derselben nach der Gegend des geringsten Widerstandes, d. h. nach den gestreckten Kanälchen der Markmasse und durch die an den Nierenwärzchen befindlichen Oeffnungen nach den Nierenkelchen und dem Nierenbecken über. Von hier wird er durch den Harnleiter aufgenommen und in seinem Fortschreiten durch die peristaltische Bewegung des letzteren unterstützt. Die eigenthümliche Vorrichtung, daß die Ureteren, nachdem sie schon die Häute der Harnblase erreicht, noch 5 bis 6 Linien zwischen der

---

[1] C. Ludwig Beiträge zur Lehre vom Mechanismus der Harnsecretion. Marburg. 1843. 8. S. 5.

[2] a. a. O. S. 27.

[3] Philosophical Transactions. For the Year 1842. London. 1842. 4. p. 60.

Muskelhaut und der Schleimhaut, ehe sie in diese ausmünden, verlaufen und sich alsdann schlitzförmig öffnen, hat offenbar zum Zwecke, den Eintritt des Urines in die Blase zu gestatten, dessen Rücktritt in die Harnleiter dagegen zur Zeit der stärkeren Füllung und besonders im Momente der Zusammenziehung des Organes zu verhindern und ihm den alleinigen Ausgang durch die Harnröhre anzuweisen.

Das tropfenweise Herabkommen des Urines durch die Ureteren kann man an Thieren, deren Harnleiter durchschnitten und mit einer durch die Bauchdecken geleiteten Röhre versehen worden, beobachten. Die Gelegenheit, etwas Aehnliches bei dem Menschen wahrzunehmen, hat man in den Fällen von angeborener Mißbildung, welche man mit dem nicht ganz passenden Namen des Vorfalles der umgestülpten Harnblase (Prolapsus vesicae urinariae inversae) bezeichnet. Hier fehlt nämlich die Vorderwand der Urinblase nebst dem davorliegenden Theile der Bauchdecken gänzlich. Die Hinterwand der ersteren liegt frei zu Tage, bildet eine schleimhäutige rothe Stelle und geht beiderseits in die äußeren Bedeckungen über. Zu gleicher Zeit steht der Nabel sehr tief, und es gesellen sich oft noch obere Spaltungen der Harnröhre und Mißbildungen der benachbarten Parthien der äußeren Geschlechtstheile hinzu. Die Ausmündungen der Ureteren liegen dann auch natürlicher Weise mehr oder minder frei vor, so daß der Urin unmittelbar aus ihnen hervorträufelt.

Der ganze Harnausführungsapparat ist darauf berechnet, daß der durch die fortwährende Absonderung, gleich einer vis a tergo getriebene Urin nach dem Nierenbecken und von da durch den Harnleiter nach der Blase befördert werde. Indem diese als ein vorläufiges Reservoir dient, und kein Urin mehr nach dem Harnleiter zurücktritt, besitzt der letztere nebst dem Nierenbecken Capacität genug, um die anhaltend von den Nieren gelieferten Flüssigkeitsquantitäten ohne Vergrößerung ihres räumlichen Inhaltes aufnehmen zu können. Ist dagegen zwischen den Aussonderungsstellen des Harnes in der Niere und dem Eintritte desselben in die Blase ein mechanisches Hinderniß vorhanden, so muß sich, wenn die Harnsecretion der Niere ungestört fortdauert, eine Anhäufung von Flüssigkeit vor dem das Hinderniß bedingenden Punkte einstellen. Diese dehnt dann die entsprechenden Theile nicht bloß mechanisch aus, sondern regt auch deren Wandungen zu vergrößerter Ablagerung an. Hieraus erklärt sich, weshalb wir nicht selten in Folge von Verschließungen, von Volumenvergrößerungen der Blase und der Nachbartheile derselben, von Steinen u. dgl. den Harnleiter local oder seinem ganzen Verlaufe darmähnlich angeschwollen finden. Da aber seine Befestigungsweise dieser übermäßigen Ausdehnung an einzelnen Stellen Widerstand leistet, so bietet er dann oft örtliche Einschnürungen, Ausbeutelungen oder Windungen dar. Auch in der Niere selbst können, wenn z. B. Nierensteine oder eine an der Ausmündung des Nierenbeckens in den Harnleiter unter den Nierengefäßen dahingehende abnorme Schlagader (Rokitansky) [1]) oder ein ähnlich verlaufendes Band die Fortführung hindern, eigenthümliche Veränderungen entstehen. Der in seinem Abflusse gehemmte Urin erweitert zunächst die Nierenkelche und beeinträchtigt die Nierensubstanz, deren Harnkanälchen im Anfange übermäßig gefüllt bleiben, in einem stets höheren Grade. Später bilden sich große blasige Ausdehnungen, welche nach und nach die eigentliche Nierensubstanz zur Resorption bringen, so daß wir endlich statt dieser ein sehr vergrößertes blasigtes Organ haben, dessen einzelne mit Flüssigkeit gefüllte Blasenräume zum Theil mehr von einander abgeschlossen sind, zum Theil aber auch durch Resorption der Zwischenwände mit einander in Verbindung treten. Statt einer Niere zeigt sich auf den ersten Blick ein oft kopfgroßes, scheinbar aus einzelnen Hydatiden bestehendes Product.

Die Harnblase bildet ein in ihrer Capacität variables Reservoir, 494
welches den allmälig durch die Schlitze der Ureteren herabkommenden Urin aufnimmt und ihn vorläufig in sich beherbergt. Ist sie vollständig ent-

---

[1]) Rokitansky Handbuch der pathologischen Anatomie. Wien. 1841. 8. Bd. III. S. 438.

leert, so sorgen schon ihre eigenen Muskelfasern, welche in ihrer möglichst vollständigen Zusammenziehung durch keinen Widerstand gehindert werden, so wie der ungehemmte Druck der übrigen Unterleibseingeweide dafür, daß ihre Wandungen eng an einander liegen und daß ihr innerer Höhlenraum = o ist. Dieses Verhältniß ändert sich aber auf die leichteste Weise, sobald wiederum Urin durch die Ureteren hinabkommt und durch die Kraft seines Stromes, welche durch die der Harnleiter unterstützt wird, in die Blase einfließt. Da nämlich der Urin selbst unter dem gleichen Drucke wie die übrigen Unterleibseingeweide steht, so muß er sich, sobald er nur durch die vis a tergo oder durch die Zusammenziehung des entsprechenden Ureters eine Verstärkung erhält, ohne Beschwerde einen Höhlenraum zu seiner Aufnahme in dem Innern der Blase schaffen. Eben so kann sich, wenn der untere Blasenausgang durch den Sphincter vesicae verschlossen und die Blase selbst unverletzt ist, eine größere Quantität Harnes hier ansammeln, weil die Muskelfasern der Blase selbst nachgeben, zwischen ihren Bündeln dehnbarere Zwischenräume existiren und ein Zurückweichen der Flüssigkeit in die Harnleiter bei der oben erörterten Einmündungsweise derselben unmöglich wird.

Auf diese Art kann die Harnblase, welche bei größtmöglicher Zusammenziehung hinter der Symphyse der Schaambeine verborgen liegt, bei starker Füllung bis über den Nabel emporsteigen, ihren Umfang in allen Dimensionen bedeutend vergrößern und bei beharrlichem Verschlusse des Ausganges nach der Urethra hin die Aufnahme von Flüssigkeit so lange fortsetzen, bis sie endlich, indem die Ausdehnung die Widerstandskraft der Wandungen überwindet, berstet, der Harn in die Bauchhöhle ergossen wird oder sich in dem Perinäum, den Geschlechtstheilen u. dgl. infiltrirt und früher oder später der Tod erfolgt. Nur in äußerst seltenen Fällen, auf welche sich der Arzt nie verlassen darf, öffnet sich der embryonale Ausleerungsweg, der Harnstrang, so daß der Urin zum Nabel ausfließt. Um aber der Blase selbst in Fällen bedeutenderer Ausdehnung eine fixirtere Stellung zu geben, dienen außer dem Bauchfelle und den durch dasselbe gebildeten Plicae recto-vesicales des Mannes und den Plicae vesico-uterinae des Weibes die sogenannten Blasenbänder, von denen das mittlere den oblitterirten Ueberrest des Harnstranges, die beiden seitlichen die verschlossenen Rudimente der Nabelarterien des Fötus darstellen. Hierdurch wird die Blase bei allen ihren Größenveränderungen dicht an die Vorderwand des Unterleibes gefesselt.

Die Möglichkeit der Ansammlung einer bedeutenderen Urinmenge in der Harnblase setzt, wie man leicht sieht, voraus, daß die Harnblase mit Ausnahme der Schlitze der Ureteren keine fernere Oeffnung darbiete. Schließt sich dagegen wegen Lähmung der entsprechenden Musculaturen den Ausgang in die Harnröhre nicht oder wird er durch Einbringung eines Katheters absichtlich offen erhalten, so muß der in die Blase gelangende Urin bald und tropfenweise oder in kleineren Massen abfließen, weil der Druck der Unterleibseingeweide die Flüssigkeit nach der freien Ausgangsmündung treibt. Bei Continuitätsstörungen in den Wandungen der Harnblase wird der Urin am leichtesten durch die krankhafte Oeffnung hervortreten, wenn diese sich in der Nähe der Mündungen der Ureteren befindet und so gelagert ist, daß der Harn schon durch die Richtung der Schwere geleitet, am ehesten an die Unterbrechungsstelle gelangen kann. Wenn daher z. B. in

Folge einer Entzündung der Scheide und der Nachbargebilde, welche durch eine sehr schwere Geburt, vorzüglich eine Zangengeburt entstanden, ein Theil der Vorderwand der Vagina und der Hinterwand der Blase durch Brand zerstört und dann eine sogenannte Fistula vesico-vaginalis erzeugt worden, so befindet sich diese Continuitätsstörung in den günstigsten Verhältnissen, um sogleich allen Urin, kurz nachdem er durch die Ureteren herabgekommen, durch die Scheide austreten zu lassen. Auf diese Weise wird dieses Leiden zu einer der größten Qualen, weil der Harn, indem er längs der Schenkel herabläuft, diese an einzelnen Stellen erodirt und um das Individuum eine fortwährende unangenehm riechende Atmosphäre erhält. Hat man dagegen, um bei verhindertem Ausgange nach der Harnröhre ein Bersten der Blase zu verhüten, den sogenannten Blasenstich oberhalb der Schaambeinfuge gemacht, d. h. eine künstliche Oeffnung in dem von dem Bauchfelle unbedeckten Theile der Vorderwand der Blase angelegt, so würde der Harn bei dem Zurückweichen der zusammengezogenen Blase ohne Einlegung einer Leitungscanüle seinen sicheren Weg nach außen leicht verlieren und theilweise in das Zellgewebe des Beckens eindringen. Aehnliches könnte eintreten, wenn durch einen Perinealstich bei dem Manne ein Ausgang künstlich gebahnt worden. Ist man, wie z. B. bei dem Steinschnitte von dem Damme aus genöthigt gewesen, die Blase von unten her zu öffnen, so würde der Urin durch diese künstliche Spalte, so lange sie offen bleibt, am leichtesten hervortreten, weil an der natürlichen Ausgangsmündung der Schluß der Sphinkteren im Zustande der Ruhe einen größeren Widerstand leistet. Erst wenn sich in Folge der Entzündung, der Ausschwitzung und der Eiterung der Schnittwunde die Ränder derselben an einander legen, wird es möglich werden, daß sich größere Mengen von Urin in der Blase ansammeln und auf dem normalen Wege abgeführt worden. Um daher nicht durch die reizende Wirkung des Harnes den Heilungsproceß der Blase zu stören, legen wir perpetuell einen Katheter ein, d. h. wir verhüten die sonst naturgemäße Schließung der Sphinkteren und suchen wenigstens den größten Theil des Urines durch diesen künstlich offen erhaltenen Weg abzuführen. Schließt sich die Wunde der Harnblase nicht vollständig, so entsteht nothwendig als einer der unglücklicheren Ausgänge der Steinoperation eine Urinfistel, welche dem Wege der mehr oder minder unvollständig verheilten Schnittwunde im Damme folgt.

Der in der Harnblase sich ansammelnde Urin dehnt sie allmälig 495
bis zu einem gewissen Grade aus. Ist dieses geschehen, so entsteht ein eigenthümliches Gefühl der Fülle und der Spannung, welches uns mahnt, den Harn zu entleeren. Unter vollkommen normalen Verhältnissen haben die Sphinkteren Kraft genug, diesen Reiz, wenn es sein muß, momentan zu überwinden. Die Blase füllt sich dann immer mehr; der Drang wird stets größer. Allein bei der Gegenwirkung hinreichender Willenskraft soll der Verschluß in einzelnen Fällen selbst so energisch sein können, daß die Blase eher berstet, als daß sie den Urin durch die Harnröhre entleert — ein Erfolg, der bei krampfhafter Thätigkeit der Sphinkteren nicht selten eintreten kann. Je weniger Energie dagegen diese besitzen, um so leichter bricht der Urin durch und strömt dann in geringerer oder größerer Menge auch wider Willen hervor. Dasselbe sehen wir, wenn die mögliche Ausdehnung der Blase schon ohnedies beschränkt ist und eine neue sie treffende Druckwirkung noch hinzukommt. Aus dieser Ursache müssen z. B. Frauen in vorgerückterer Schwangerschaftszeit häufiger uriniren und lassen nicht selten, wenn sie husten, einige Tropfen Harn unwillkürlich fahren. Eben so werden die Sphinkteren im Schlafe, wo die Energie des Willens und der von ihm beherrschten Muskeln mehr zurücktritt, auf leichtere Weise die Pünktlichkeit ihres Dienstes verfehlen. Daher sehen wir, daß vorzüglich einzelne Kinder oder Erwachsene, welche diese üble Gewohnheit von ihren früheren Jahren her beibehalten haben, des

Nachts in das Bett harnen, und daß eine energische körperliche Züchtigung oder moralische Zwangsmittel, welche in dieser Beziehung die Aufmerksamkeit am besten stählen, auch die vorzüglichsten Heilmittel dieses Uebels darstellen.

Bei seinem Aufenthalte in der Harnblase aber wird der Urin mit dem abgesonderten Blasenschleime vermischt und kann, wenn er längere Zeit hier ruht, Niederschläge bilden, Zersetzungen erleiden, Ammoniak entwickeln u. dgl. mehr. Die letzteren Fälle aber gehören nur krankhaften Processen der Harnorgane an.

496 Die Mechanik der Urinentleerung erinnert in mehrfachen Beziehungen an die Entfernung der Excremente. Bei beiden Thätigkeiten wirken quergestreifte und einfache Muskelfasern; bei beiden treten die Ausathmungsbewegungen als Unterstützungsmittel auf. Beiderlei Functionen erhalten durch den Einfluß des Willens ihre erste Anregung und werden dann automatisch von selbst vollendet. Da aber der flüssige Harn weniger Austreibungskraft als der halbfeste Koth erfordert, so werden auch im Normalzustande die Ausathmungsmuskeln für die Entfernung des ersteren weniger in Anspruch genommen. Nur wenn dem davongehenden Urine ein mechanisches Hinderniß im Wege steht, treten sie auch hier mit größerer Energie hervor. Aus demselben Grunde erfordert zugleich die Urinentleerung einen geringeren Aufwand quergestreifter Muskulatur als die Entfernung der Excremente.

Bei beiden Geschlechtern verhält sich die Harnröhre zur Harnblase, wie ein an eine Spritze angefügtes Ansatzrohr, welches nur bei dem Weibe einfacher, weiter und kürzer, bei dem Manne gebogener, länger und enger ist (§. 77). Damit aber die Blase ihre Druckwirkung ausüben könne, hat sie bei beiderlei Individuen ihre verhältnißmäßig bedeutende Muskulatur, welche aus einfachen Muskelfasern besteht und eine höhere Entwickelung der in den Ausführungsgängen der Drüsen und deren Nebenbehältern vorkommenden contractilen Mittelschicht darstellt. Die Anordnung dieser Fasern zeigt wiederum ein Muster von verhältnißmäßiger Einfachheit und Zweckmäßigkeit. Bei unseren künstlichen Handspritzen geht ein Theil der durch den Stempel ausgeübten Druckkraft durch die Widerstandshöhe der starren Wandungen verloren. Bei der Compression einer größeren biegsamen Blase durch die Hände verschwindet ein Quantum der Kraft und der Zeit des Ausflusses deshalb, weil eine Portion der Flüssigkeit nach den nicht gedrückten Stellen hin ausweicht. Beiderlei Nachtheile eliminirt die Natur in der Harnblase auf das vollständigste. Die größte Menge der Muskelfasern dieses Organes läuft quer und schief und bildet auf diese Weise die sogenannten Compressores vesicae. Schon sie allein drücken die Blase allseitig zusammen, so daß der Urin nur nach der Ausflußöffnung der Harnröhre ausweichen kann. Um ihm aber noch die Richtung nach jener Mündung vollständig zu geben, haben wir an der vorderen sowohl als an der hinteren Wand der Blase stark entwickelte Längsbündel, den sogenannten Detrusor urinae, welche die Längendimension von dem Scheitel nach dem Grunde der Harnblase verkleinern. Je mehr die

Blase sich zusammenzieht, um so mehr verschwinden dann die nicht muskulösen Zwischenräume, welche wir an der mit Luft künstlich gefüllten Harnblase der Leiche wahrnehmen. Wenn auch in diese im Anfange Flüssigkeit ausweichen sollte, so wird sie später bei fortschreitender Contraction unter Unterstützung der Bauchpresse herausgedrückt und verfällt hier demselben Schicksale wie der übrige Urin. Der Austritt des letzteren erfolgt dann nicht bloß auf eine zweckmäßige, sondern auch auf eine sehr regulirte Weise.

Durch die Anordnung der Kreisfasern gewinnt aber auch die Natur noch den Vortheil, daß sie, ohne von ihrem allgemeinen Plane abzugehen, Sphinkteren zu bilden im Stande ist. Indem sich diese Kreisfasern am Blasengrunde nach dem Ausgange in die Harnröhre vermehren, entsteht der Schließmuskel der Blase (Sphincter vesicae). Ist er im Ruhezustande zusammengezogen, so muß er die Höhlung der Harnröhre von der der Harnblase auf kräftige Weise abschließen. Auch in der Nähe der Ureteren gehen Fasern bogig herum. Wenn daher die Blase bis zu einem gewissen Grade zusammengezogen ist, so werden auch die Harnleitermündungen momentan geschlossen. Es kann dann für den Augenblick weder Urin in die Blase eintreten, noch sich bei stärkerem Drucke einen Rückgang in die Ureteren aufsuchen.

Außer diesen einfachen Muskelfasern der Harnblase selbst haben wir noch an dem Anfangstheile der Harnröhre einen sphinkterartigen Muskel, den Zusammenschnürer der häutigen Harnröhre (Constrictor urethrae membranaceae s. isthmi urethrae), welcher gewissermaßen an den äußeren Afterschließer erinnert, während der innere Afterschließer dem Blasensphinkter zu parallelisiren wäre. Wahrscheinlicher Weise ist dieser mit quergestreiften Fasern versehene Muskel im Ruhezustande nebst dem stark zusammengezogenen Sphincter vesicae mehr oder minder contrahirt, vergrößert dann den Verschluß des Harnröhrenausganges der Blase und bestimmt vermuthlich durch seine willkürliche Thätigkeit die Erschlaffung des mit einfachen Muskelfasern versehenen Blasenschließers. Der bisweilen vorhandene ebenfalls quergestreifte Harnblasenmuskel (Depressor vesicae s. Vesicalis) zieht die Harnblase herab und unterstützt auf diese Weise die Urinentleerung, besonders wenn sie bei liegender Körperstellung vorgenommen werden soll [1]).

Sobald wir, durch den Reiz getrieben oder aus anderen Ursachen 497
harnen wollen, öffnet sich der Harnröhrenausgang, während die Zusammenziehung der Muskelfasern der Harnblase durch ihre Druckwirkung den Urin hervorpreßt. Die letztere Thätigkeit erfolgt nie unmittelbar nachdem unser Wille hierzu angeregt hat, sondern erst einige Zeit später. Meistentheils ist das Interstitium um so kürzer, je bedeutender die Füllung der Blase und je größer der Drang zum Uriniren gewesen. Wahrscheinlicher Weise rührt dieser Zeitverlust davon her, daß die wirksamen Muskelfasern der Blase einfache sind, daß sich diese überhaupt erst einige Augenblicke, nach-

---

1) S. Th. v. Sömmerring Lehre von den Muskeln und Gefäßen des menschlichen Körpers. Umgearb. von F. W. Theile. Leipzig. 1841. 8. S. 117.

dem sie ein Reiz getroffen, zusammenziehen und daß vermuthlich ein Zeitintervall verstreicht, bevor sich das Irritament des Willens jenen einfachen Muskelfasern der Blase, sei es unmittelbar oder durch Vermittelung der ersten durch die quergestreiften Fasern gegebenen Anregung mittheilt. Indem sich nun die Blase zusammenzieht und deren Druckwirkung durch die Bauchpresse unterstützt wird, kommt der Urin durch die Harnröhre wie durch eine Spritzencanüle oder durch ein Brunnenrohr in spiralig gedrehtem Strahle hervor und bildet, während seine Stoßkraft und seine Schwere in Conflict treten, einen sich allmälig zerstreuenden, abwärts gerichteten Bogen. Der Werth des hierbei Statt findenden hydrostatischen Druckes ist bis jetzt noch nicht manometrisch bestimmt worden. Die Größe der Excursion des Bogens aber richtet sich nach der von der Harnblase ausgeübten Pression und den Dimensionen der Harnröhre. Da sie im Ganzen genommen innerhalb der ganzen Dauer des Harnlassens so ziemlich dieselbe bleibt, so gewinnt es hierdurch an Wahrscheinlichkeit, daß während der gesammten Zeit des Urinirens der Druck der Harnblase ein regulirter sei. So wie wir dagegen diese Kraft durch eine tiefe Athmungsbewegung, durch Husten u. dgl. verstärken, vergrößert sich auch der durch den hervorstürzenden Urin gebildete Bogen. Umgekehrt nimmt er nicht selten gegen Ende des Harnlassens ab. Zuletzt fließen noch einzelne Tropfen von Flüssigkeit herunter, weil wahrscheinlich die am Ende ausgepreßten Quanta Urin aus der Harnröhre durch ihre bloße Schwere geleitet ablaufen. Dieses tritt bei Personen, deren Urinblase in Folge zu starker geschlechtiger Thätigkeit oder anderer Ursachen eine zu geringe Contractionsenergie hat, bei denen also die letzten Urinstrahlen mit zu wenig Kraft herausgeworfen werden, in erhöhtem Maaße ein.

Eine stärkere Thätigkeit der Bauchpresse wird nur dann in Anspruch genommen, wenn wir durch eine größere Geschwindigkeit des ausfließenden Strahles die Zeit des Urinirens abkürzen wollen oder wenn sich dem freien Austritte des Harnes ein bedeutendes mechanisches Hinderniß in den Weg stellt. Daher sehen wir, daß Individuen, welche an Verhärtung der Vorsteherdrüse, an Stricturen der Harnröhre, an Steinen u. dgl. leiden, nicht selten bei dem Uriniren ihre Bauchpresse in eben so hohem Grade in Thätigkeit setzen wie Personen, welche sehr hartleibig, wie Frauen, welche im Geburtsacte begriffen sind, daß sie tönend ausathmen, und daß die Fortdauer dieser sich immer mehr verstärkenden Anstrengung allgemeine oder locale Schweiße, Schmerz, Angst und Ermattung zur Folge haben kann. Die hierbei in Anspruch genommenen Muskeln sind dieselben, welche schon bei Gelegenheit der Stuhlentleerung angeführt worden sind (§. 198).

Durch krankhafte Verhältnisse der Harnröhre kann der Austritt des Urines auf mannigfaltige Weise abgeändert werden. Bei Hypospadie, d. h. wenn die Urethra nicht bis zur Spitze der Eichel reicht, sondern schon früher als Canal aufhört und sich als bloße Halbrinne bis zur Glans fortsetzt, fließt natürlicher Weise der Harn schon höher oben ab und verunreinigt und erodirt leicht den Hodensack. Eben so kommt er bei Epispadie, d. h. wenn eine ähnliche Mißbildung der Harnröhre an der oberen Fläche des Gliedes existirt, am unrechten Orte heraus. Seitenöffnungen der Urethra, welche bis zur Oberfläche reichen, führen ihn zum Theil durch diese, welche durch seinen Reiz am

Zuheilen verhindert werden, mehr oder minder ab. Ist die Harnröhre vorzüglich an ihrem membranösen Theile durch eine unglückliche Anwendung des Katheters zerrissen worden, so gelangt der Harn in das Zellgewebe des Gliedes, des Hodensackes und des Dammes, dringt in den Maschenräumen des Zellgewebes dieser Theile immer weiter vor, erzeugt durch seine Infiltritration sehr bedeutende Volumens- und Formveränderungen, vorzüglich des Penis und des Skrotum, welche endlich bis zum Bersten der Haut ausgedehnt werden und nach gemachten Einschnitten, der sogenannten Skarrification, sehr viel Urin aussickern lassen. Der Urin dringt auch, wenn es angeht, noch weiter vor und reizt die Theile, welche er erreicht hat, zu Entzündung, Eiterung und Brand. Bei der größeren Kürze und Einfachheit der weiblichen Harnröhre sind die Frauen diesen Leiden, so wie den Harnröhrenkrankheiten überhaupt weit weniger als die Männer unterworfen.

Der entleerte Urin ist zwar wegen seines vorherigen Aufenthaltes 498 in der Harnblase streng genommen nicht mehr dieselbe Flüssigkeit, welche von den Nieren abgesondert worden. Allein so viel wir wissen, wird er durch ein nicht zu langes Verweilen in der Blase höchstens etwas consistenter und mit etwas mehr Blasenschleim gemischt. Beide Momente sind aber im Normalzustande so untergeordnet, daß man noch ohne Fehler die Analysen des gelassenen Harnes als die des Urines überhaupt ansehen kann. Denn die Menge des beigemengten Blasenschleimes beträgt nur 0,032% (Berzelius). Hiernach erscheinen aber als die wesentlichsten Bestandtheile dieses Absonderungsproductes Wasser, Harnstoff, Harnsäure, der Farbestoff des Urines, ein harzähnlicher Stoff (das Omichmyloxyd von Scharling), extractartige und andere minder genau gekannte organische Materien, Milchsäure und milchsaure Verbindungen, Chlornatrium, Chlorammonium, organischsaure (kohlensaure) Alkalien, schwefelsaures, phosphorsaures und kieselsaures Kali und Natron, doppelt phosphorsaures Ammoniak und phosphorsaure Kalk- und Talkerde (nebst anderen einzelnen in Wasser löslichen Stoffen, welche zufälliger Weise mit Speise und Trank oder auf sonstigem Wege in den Körper gekommen sind). Jeder dieser Bestandtheile ist verhältnißmäßig bedeutenden Schwankungen unterworfen, weil seine Menge nicht bloß durch die Individualität und die Constitution, sondern auch die Nahrungsweise, die Körperbewegung und ähnliche Nebenmomente bestimmt wird.

Um jedoch ein ungefähres übersichtliches Bild der Variationen derselben zu liefern, habe ich in der folgenden Tabelle nach 12 Analysen [1]) von Harn, vorzüglich von Männern, so weit es anging, die procentigen Maxima, Minima und Media bestimmt und nach ihnen die in 24 Stunden gelieferten Quantitäten so berechnet, daß ich für die Maxima auch das Maximum = 2271 Grm., für die Minima das Minimum = 743 Grm. und für die Media auch das Mittel = 1268 Grm. annahm. Da jedoch in der Regel der in großer Menge gelassene Urin verdünnter, der sparsame concentrirter ist, so sind wahrscheinlich die Quantitäten der festen Bestandtheile bei den Maximis zu groß, bei den Minimis zu klein angeschlagen.

[1]) Nämlich 1 von Berzelius, 5 von F. Simon, 3 von Lehmann und 3 von Lecanu. Siehe F. Simon Handbuch der angewandten medicinischen Chemie. Bd. II. S. 355 — 58.

Verbindung.	Procentiger Gehalt.			Aussonderungsmenge in 24 Stunden in Grammen.		
	Maximum.	Minimum.	Medium.	Maximum.	Minimum.	Medium.
Wasser	98,000	92,830	94,584	2225,580	689,727	1199,325
Fester Rückstand .	7,170	2,000	5,416	162,830	14,860	68,674
Feuerbeständ. Salze	1,611	1,119	1,465	36,585	8,314	18,576
Harnstoff	3,291	1,246	2,210	74,738	9,257	28,022
Harnsäure	0,121	0,052	0,096	2,748	0,386	1,217
Milchsäure	0,155	0,149	0,152	3,520	1,107	1,927
Chlornatrium . .	0,728	0,240	0,461	16,532	1,783	5,846
Chlorammonium .	0,150	0,041	0,095	3,407	0,305	1,205
Schwefels. Kali .	0,500	0,220	0,337	11,355	1,635	4,273
Schwefels. Natron	» »	» »	0,316	» »	» »	4,007
Phosphors. Natron	0,398	0,125	0,277	9,039	0,929	3,512
Doppelt phosphorsaures Ammoniak	» »	» »	0,165	» »	» »	2,092
Phosphors. Kalk- u. Talkerde	0,164	0,026	0,083	3,725	0,193	1,052
Kieselsäure	» »	» »	0,003	» »	» »	0,038

Wir sehen hieraus specieller, daß der Urin vorzugsweise Wasser abführt, daß in seinen festen Bestandtheilen die Menge der feuerbeständigen Salze verhältnißmäßig bedeutend ist und daß von den organischen Verbindungen die sehr große Quantität von Harnstoff vor Allem hervortritt, von Salzen dagegen das Kochsalz und die schwefelsauren Alkalien vor den phosphorsauren und diese vor den Erdsalzen den Vorrang behaupten. Wir werden aber die Einzelnheiten am Besten kennen lernen, wenn wir jeden Urinbestandtheil besonders betrachten.

499 Daß die Nieren die vorzüglichsten Aussonderungsorgane des überschüssigen Wassers, welches in unserem Körper vorhanden ist, darstellen, lehrt nicht nur die tägliche Erfahrung, sondern läßt sich auf anschaulichere Weise mit Zahlen belegen. Durch die etwa abfließenden Thränen, durch den entleerten Speichel und Schleim gehen verhältnißmäßig so geringe Quantitäten davon, daß wir diese Secrete unter der Voraussetzung, daß sie nur in normaler Menge erscheinen, ganz außer Acht lassen können. Dagegen wäre es wohl denkbar, daß durch die Lungen- und die Hautausdünstung so viel Wasserdampf entfernt würde, daß die Menge dieses Wassers dem des Urines gleich käme. Allein eine genauere Berechnung widerlegt dieses. Bei schönem Wetter z. B., bei welchem keine sehr große Luftfeuchtigkeit existirte, athmete ich durchschnittlich an dem Schwefelsäureapparat 6623 Cub. Cent. Luft aus. Diese enthielt 0,287 Cub. Cent. Wasserdampf. 14823,183 Cub. Cent. der eingeathmeten Atmosphäre führten 0,073 Grm., folglich (abgesehen von der Verminderung des Luftvolumen bei dem Athmen) 6623 Cub. Cent. 0,033 Grm. Wasserdunst. Daher kamen

aus meinem Körper für die Minute 0,254 Grm., für die Stunde 15,240 Grm. und für 24 Stunden 365,760 Grm. hinzu. Rechnen wir nun selbst eben so viel für die Hautausdünstung — was, wenn keine Schweißabsonderung Statt findet, viel zu viel ist — so haben wir als 24stündiges Perspirationswasser 731,520 Grm. Meine mittlere tägliche Urinmenge beträgt 1224 Grm. Nehmen wir für diese selbst das Minimum, nämlich 92 % Wasser an, so giebt dieses 1126,080 Grm., d. h. ungefähr 1½ Mal so viel Wasser als durch die Perspiration davongeht. Hierbei dürfen wir aber nicht vergessen, daß wir bei dieser Schätzung die Wassermengen des Urins in einem sehr ungünstigen, die der Lungen- und Hautausdünstung dagegen in einem sehr günstigen Lichte betrachtet haben. Eine solche Berechnungsweise hat jedoch nur zunächst für den Menschen, der verhältnißmäßig viel Urin und wenig Excremente entleert, ihre Gültigkeit. Bei Pflanzenfressern, z. B. dem Pferde, wo eine Menge unverdaulicher Bestandtheile der Nahrungsmittel den Darmcanal durchlaufen, werden zugleich die Excremente zu den Hauptausführungscanälen des Wassers. So z. B. nahm ein Pferd im Ganzen in Speise und Trank in 24 Stunden 62,7882 Grm. Wasser ein und führte nur 9,6858 Grm. durch den Harn, dagegen 33,6766 Grm. durch die Excremente ab [1]). Daß bei dem Menschen, wenn er Diarrhö hat, ähnliche Verhältnisse, wenn auch nicht in so bedeutendem Maaße eintreten, ist bekannt.

Im Allgemeinen scheint der Urin von Frauen reichlicher und wässeriger als der der Männer zu sein. In drei vergleichenden Analysen des Harnes der letzteren zeigten sich 92,830 % bis 93,000 %, in zwei Analysen des Urines einer 28jährigen Frau und eines 19jährigen Mädchens dagegen 94,100 % bis 95,300 % Wasser (Lecanu). In dem Harne von 4 Männern betrug der durchschnittliche Wassergehalt 96,8815 %, in dem von 4 Frauen 97,5052 %. Die ersteren führten in 24 Stunden 1227,779 Grm., die letzteren 1337,489 Grm. Wasser ab (A. Becquerel) [2]). Eben so trat bei Greisen (95,300 % bis 95,950 %) und 8- und 3jährigen Knaben (94,800 % bis 96,100 %) mehr Wasser auf (Lecanu). Daß sich jedoch eben so leicht die entgegengesetzten Erscheinungen darbieten können, ergiebt sich von selbst, wenn man bedenkt, daß hier Nahrungsweise, Gewohnheit und Individualität auf das Energischste eingreifen und daß daher selbst bei einem und demselben Individuum der Urin bald wässeriger, bald concentrirter ist. Haben wir z. B. viel Wasser getrunken oder wässerige Nahrungsmittel zu uns genommen, so entleeren wir kurze Zeit darauf einen Harn, dessen feste Bestandtheile nicht in gleichem Maaße mit dem Wasser zugenommen haben. Aus dieser Ursache ist auch der Urin, welchen wir des Morgens unmittelbar nach dem Aufstehen lassen, im Allgemeinen concentrirter als derjenige, welchen wir nach dem Genusse von Kaffe, Thee, Wein, Bier, Wasser u. dgl. entfernen. Eben so leicht erklärlich ist es, weshalb wir im Sommer, wo wir mehr transspiriren, weniger Urin hervorbringen und aus welchem Grunde im Winter das Umgekehrte Statt findet, weshalb bei Wassersüchtigen, bei welchen sich das Blut eines großen Theiles seines disponiblen Wassers durch krankhafte flüssige Ausschwitzungen entledigt, die Harnabsonderung sehr zurücktritt und mit Wiederherstellung derselben der Krankheitsproceß häufig abnimmt u. dgl. mehr. Bei sehr regelmäßiger Lebensweise nimmt der Urin nicht mit der genossenen Nahrung gleichförmig zu, sondern beträgt bald kaum ⅓, bald dagegen $1/20$—$1/10$ mehr als die eingenommenen flüssigen Speisen (J. Vogel) [3]).

---

[1]) R. Wagner Handwörterbuch der Physiologie. Braunschweig. 1842. 8. Bd. I. S. 422.

[2]) A. Becquerel der Urin im gesunden und krankhaften Zustande chemisch-physikalisch und semiotisch-diagnostisch betrachtet. Deutsch bearbeitet von E. Neubert. Leipzig. 1842. 8. S. 6.

[3]) R. Wagner Lehrbuch der Physiologie. Zweite Auflage. Leipzig. 1842. 8. S. 276.

500 Der große Wassergehalt des Harnes bewirkt es, daß dieser immer ein verhältnißmäßig geringes spec. Gewicht darbietet. Im Allgemeinen schwankt dasselbe zwischen 1,004 — 1,050. Dieses hängt zunächst von der Menge und der Natur der dichten Verbindungen, welche in dem Urine aufgelöst sind, ab. Man hat auch Versuche gemacht (Becquerel[1]), Henry), Tabellen zu entwerfen, nach welchen aus der Größe der Eigenschwere des Harnes auf dessen Gehalt an festen Bestandtheilen geschlossen werden sollte. Allein der Umstand, daß die letzteren in verschiedenen Urinen sehr verschieden sind, macht es unmöglich, in dieser Beziehung auch nur irgend scharfe Werthe zu erhalten, so daß man sich, wo es sich um genauere Zahlen handelt, nie auf Bestimmungen der Art verlassen darf. Ueberdies scheint auch von der Zeit, zu welcher die Eigenschwere des Harnes geprüft wird, eine Verschiedenheit bedingt werden zu können. Denn manche Urine ändern, wie man schon durch sensible Aräometer wahrnehmen kann, ihr spec. Gewicht in wenigen Stunden, selbst wenn keine Veranlassung zur Verdunstung größerer Wassermengen vorhanden war. Andere dagegen bewahren es, wie mich directe Versuche lehrten, Tage lang fast unverändert. Als die mittlere Eigenschwere des Harnes des Mannes ergab sich 1,01890, als die der Frau 1,01512 (Becquerel)[2]).

501 Der gesunde frisch gelassene Harn reagirt in der Regel mehr oder minder schwach sauer, wird aber nicht selten bei längerem Stehen alkalisch. Das erstere soll von freier Milchsäure, das letztere von Ammoniak, welches als Zersetzungsproduct auftritt, herrühren. Daß der in Fäulniß übergehende Urin Ammoniak frei werden lasse, lehrt die tägliche Erfahrung. Aus Abtritten entwickelt sich nicht selten ein stechender Geruch, wie aus einer Flasche, welche mit kaustischem Salmiakgeist gefüllt ist. Ob der gesunde Harn, sei es durch kaustisches oder kohlensaures Ammoniak, sei es durch eine größere Menge von fixen kohlensauren Alkalien, von vorn herein alkalisch werden können, steht dahin. Bei Rückenmarksverletzungen dagegen, welche mit Krankheiten der Harnorgane verbunden sind, hat man häufig einen alkalischen ammoniakreichen Urin beobachtet. Eben so kann sich der Harnstoff bei längerem Verweilen des Urines in der lebenden Blase durch Fäulniß in kohlensaures Ammoniak umsetzen. Vergl. §. 126.

502 Unter allen beständigeren organischen Verbindungen, welche im Harne vorkommen, verdient der Harnstoff die größte Aufmerksamkeit. Denn er besitzt, wie schon bemerkt wurde, unter den sämmtlichen thierischen Materien den größten Stickstoffgehalt, gehört zu den wenigen organischen Substanzen, welche sich auf chemischem Wege künstlich erzeugen lassen und bildet die vorzüglichste und charakteristischeste Verbindung, welche im Harne existirt und sich hier durch ihre bedeutende Menge auszeichnet. Nach der obigen Tabelle enthält der Urin in Mittelwerthen 5,416 % festen Rückstandes und in diesem 2,210 %, also 0,4 der dichten Elemente Harnstoff. Reducirt man in den Analysen von Berzelius, Simon und Leh-

[1]) a. a. O. S. 12. 14.
[2]) a. a. O. S. 95.

mann die Menge der festen Stoffe auf 100, so kommen für den Harnstoff 30,07 % — 49,10 %, also 1/3 — 1/2 des Ganzen. Ein Mensch, welcher im 24stündigen Mittel 1268 Grm. Urin und in ihm 1199,325 Grm. Wasser und 68,674 Grm. fester Stoffe abführt, entleert in diesen 28,022 Grm. oder 40,805 % der festen Verbindungen, 55,934 % der organischen Stoffe und 9,446 Grm. Urée mehr als feuerbeständige Salze vorhanden sind. Da nun der Harnstoff 46,73 % Stickstoff enthält, so werden durch ihn allein, wenn er 40,805 % der festen Verbindungen beträgt, 19,069 % oder beinahe 1/5 des ganzen festen Rückstandes Stickstoff abgeführt werden. Man sieht daher leicht ein, daß die eine Eigenthümlichkeit des Harnes, stickstoffreiche organische Producte aus dem Körper zu entfernen, vorzugsweise durch den Harnstoff desselben bedingt wird.

Mit diesem Axiome stimmen auch die Thatsachen, welche in Betreff der variablen Menge des Harnstoffes bekannt sind. Da bei der Thätigkeit der Körperorgane ein fortwährender Umsatz stickstoffhaltiger Materien Statt findet, so wird der Harnstoff den organischen Stoffen des normalen Urines nie fehlen. Selbst bei Verhungernden ist er noch vorhanden (Lassaigne). Wenn aber durch stickstoffreiche Nahrung mehr Nitrogen in den Körper eingeführt, wenn mehr geliefert wird als dieser gleichzeitig verbrauchen kann, so muß ein großer Theil des Ueberschusses, sofern er überhaupt in das Blut übergegangen, als Harnstoff austreten. Die Menge des letzteren erscheint dann auf der Stelle in dem Urine vergrößert. Auf sehr anschauliche Weise erhärten dieses schon die Fleischfresser, deren Urin sehr reich an Harnstoff erscheint. Aus gleichem Grunde treten analoge Folgen nach Verstärkung jeder Function, welche mit einem vermehrten Umsatze der Körpertheile verbunden ist, wie z. B. bei bedeutenderer Körperbewegung, auf. So z. B. fand Lehmann[1]) als er 3 Tage lang nur auskrystallisirten Rohrzucker und Milchzucker zu sich genommen, am vierten Morgen im Harne noch 1,108 % Harnstoff. Während anhaltender vegetabilischer Kost betrug dieser 37,988 — 41,211 %, im Mittel 39,115 % des festen Rückstandes. Hatte er während 3 Tagen Nichts als 18 — 24 harte Eier gegessen, so glich die Menge des täglich entleerten Urée 49,134 Grm. bis 56,887 Grm., im Durchschnitt 53,198 Grm., während er sonst nur im Mittel in 1058 Grm. Urin 32,73 Grm. Urée abführte. Setzte er sich endlich längere Zeit auf bloße Fleischkost, so stieg die Harnstoffmenge auf 58,815 % — 63,189 %, im Durchschnitt auf 61,297 % des festen Rückstandes. Nach starker Körperbewegung bei gewöhnlicher Kost ergaben sich 53,248 %, also auch schon eine Zahl, welche den Normalwerth auffallend überschreitet.

Natürlicher Weise wird dann bei jedem Menschen die Quantität des täglich abgeführten Harnstoffes äußerst verschieden ausfallen, so daß in dieser Beziehung die Aufstellung allgemeiner Regeln die höchste Vorsicht

---

[1]) C. G. Lehmann Lehrbuch der physiologischen Chemie. Bd. I. S. 335—37. Vgl. auch F. Simon Beiträge zur physiologischen und pathologischen Chemie und Mikroskopie. Berlin. 1843. 8. S. 209.

erfordert. Im Ganzen jedoch führen — was mit den Verhältnissen des Appetites und der Nahrungsmittel stimmt — kräftige Männer mehr Urée als schwächliche, Männer mittleren Lebensalters überhaupt mehr als Frauen, diese mehr als Greise und die letzteren mehr als ein 4jähriger, aber weniger als ein 8jähriger Knabe ab. Dieses erhellt aus folgender, von Lecanu gefundenen Tabelle, in welcher die für 24 Stunden gültigen Harnstoffmengen in Grammen verzeichnet sind:

Individuum.	Maximum.	Minimum.	Mittel.
Männer	33,050	23,155	28,0525
Frauen	28,307	9,926	19,1165
Greise	12,264	3,956	8,1105
8jähriges Kind . . .	16,464	10,478	13,471
4jähriges Kind . . .	5,300	3,710	4,5050

Nach Becquerel entleerten im Durchschnitt 4 Männer täglich 17,537 Grm., 4 Frauen dagegen 15,582 Grm. Urée.

Streng genommen gehörte zu den genügenden Bestimmungen, wie viel Harnstoff in 24 Stunden abgehe, außer der Controllirung der Speisen, auch die Feststellung des Körpergewichtes, damit aus diesem entnommen werden könne, wie viel Harnstoff auf 1 Grm. Körpergewicht komme. Allein bis jetzt fehlen in dieser Hinsicht alle Angaben irgend einer Art. Zieht man aus den von Lecanu an 5 Männern, 2 Frauen, 2 Greisen und 2 Kindern speciell angestellten Beobachtungen, bei welchen das Alter verzeichnet ist, das Mittel und berechnet für das mittlere Alter das mittlere Körpergewicht, wie es aus Quetelet's Angaben resultirt, so erhält man folgende Uebersicht:

Individuum.	Mittleres Alter in Jahren.	Mittleres Körpergewicht in Grammen.	24stündige mittlere Harnstoffmenge. im Ganzen in Grammen.	24stündige mittlere Harnstoffmenge. auf 1 Grm. Körpergewicht in Grammen.	Zahl der beobachteten Individuen.
Mann	35,2	68,853	28,217	0,00040982	5
Frau	22,0	54,708	17,292	0,00031607	2
Greis	85,5	61,220	8,1105	0,00013248	2
Knabe	8,0	22,260	13,471	0,00060517	1
Desgleichen .	4,0	15,070	4,5050	0,00029894	1

Hieraus ergiebt sich, daß, den Mittelwerthen nach, vorausgesetzt, daß sich diese nicht zu sehr von der Wahrheit entfernen, in Verhältniß zum Körpergewicht die ausgeleerte Harnstoffmenge und der Umsatz der Theile, mit Ausnahme des vierjährigen Kindes, parallel gehen. Denn beiderlei Verhältnisse sind bei Greisen am unbedeutendsten, größer bei Frauen, noch stärker bei Männern und am größten bei dem 8jährigen Kinde. Daß der 4jährige Knabe einen Werth darbietet, welcher selbst unter dem des Greises steht, stimmt mit einer anderen Erfahrung von Lecanu, nach welcher der Harnstoff in dem Urine kleiner Kinder gänzlich fehlt.

Obgleich der Harnstoff für den Urin charakteristisch ist, so finden sich doch schon (wenigstens bisweilen) sehr geringe Mengen desselben im gesunden Blute vorgebildet (Marchand, F. Simon, Lehmann). Auch in krankhaft extravasirtem Blute, z. B. bei Apoplexie des Rückenmarkes, beobachtete ich deutliche Spuren von Urée. Hiernach darf es nicht wundern, wenn nach Exstirpation der Nieren eine größere Menge von Harnstoff im Blute auftritt oder wenn dieser krankhafter Weise in Secreten oder Ausschwitzungen, wie z. B. in wässerigen Ergüssen, in erbrochenen Flüssigkeiten, im Speichel, in der Galle (Kühn), in Gallensteinen (Lehmann) u. dgl. in nachweisbarer Menge vorhanden ist. Das Blut einer Katze führte nach der Exstirpation der Nieren 1,042 %, das eines Hundes mehr als 0,833 % (Prevost und Dumas). In Wassersuchtflüssigkeiten findet sich häufig Harnstoff. So zeigte sich z. B. in dem Fluidum einer Bauchwassersucht 0,42 %, (Marchand), in einem anderen 0,12 % desselben (F. Simon). Eben so existirte Urée in urinartigen Flüssigkeiten, welche ausgebrochen wurden (Nysten und Barruel), so wie in sehr seltenen Fällen im Speichel (§. 481). Manches Mal läßt sich in allen solchen Fluidis statt des Harnstoffes nur sein Umsatzproduct, nämlich kohlensaures Ammoniak, nachweisen (Scherer)[1]).

Die Harnsäure bildet in dem gesunden Urine einen verhältniß- 503
mäßig nur geringen Bestandtheil, nämlich 0,052 — 0,121 %, und im Mittel 0,096 %, also bloß $1/_{21}$ — $1/_{27}$ des Harnstoffes. Es entleert daher im Allgemeinen ein gesunder Mensch in 24 Stunden 0,386 Grm. bis 2,748 Grm., im Mittel 1,217 Grm. Harnsäure. Da sie überdies nur 33,361 % Stickstoff besitzt, so werden in jenem Mittelwerthe von 1,217 Grm. bloß 0,407 Grm. Nitrogen entfernt, während die täglichen 28,022 Grm. Harnstoff 13,095 Grm., also etwas mehr als 32mal so viel Stickstoff enthalten. Nach anhaltender Pflanzenkost zeigt sich keine wesentliche Veränderung des Harnsäuregehaltes. Dagegen stieg dieser, welcher bei gemischter Nahrung 1,654 % betrug, nach dem bloßen Genusse von Fleischspeisen im Mittel auf 1,682 %. Die tägliche Ausscheidung betrug in dem letzteren Falle 1,478 Grm., bei gewöhnlicher Nahrungsweise dagegen nur 1,1522 Grm. Auf gleiche Art vergrößert sich die Menge dieses Körpers nach selbst geringen Verdauungsstörungen. Die Vermehrung geschieht nicht auf Kosten des Harnstoffes, sondern verbindet sich bisweilen mit einer Vergrößerung des festen Rückstandes überhaupt (Lehmann)[2]).

Die Anwesenheit von Milchsäure im Urine wird von den meisten Chemikern, welche sich mit Untersuchung dieser Flüssigkeit beschäftigt haben, angegeben. Wenn es nun auch richtig sein sollte, daß diese Säure wahrhaft in lebenden Theilen nicht existirt, daß sie aber bei der großen Leichtigkeit ihrer künstlichen Bildung in den meisten chemisch geprüften, etwas älteren thierischen Organen als Zersetzungsproduct auftritt (Liebig), so läßt sich doch ihre ursprüngliche Anwesenheit im Harne noch am ehesten

[1]) Wöhler's und Liebig's Annalen der Pharmacie. Bd. XLII. 1842. 8. S. 195.
[2]) a. a. O. S. 349 — 51.

denken. Hierfür spräche auch, daß sie nach der oben angeführten Haupttabelle sehr geringe Schwankungen darbietet, daß sich ihr procentiger Gehalt nur zwischen 0,149 — 0,155 hält. Ihre tägliche Menge dagegen variirte zwischen 1,107 Grm. und 3,520 Grm. und betrüge im Mittel 1,927 Grm. Bei der Schwierigkeit der Entscheidung jener Frage der Präexistenz der Milchsäure aber, in welcher Berzelius und Liebig einander entgegenstehen, erhalten alle ferneren diesen Körper betreffenden Schlüsse einen problematischen Charakter. Bei gewöhnlicher Kost und bei möglich wenig genossenem Getränk, so wie bei zweistündiger täglicher Bewegung entleerte Lehmann [1]) im Durchschnitt in 24 Stunden 1057,77 Grm. Urin von 1,02204 sp. Gewicht und 6,5825 % festem Rückstande. In diesem existirten 0,152 % freier und 0,112 % gebundener Milchsäure (also bedeutend mehr als sich aus der obigen Haupttabelle ergeben würde). Täglich gingen dann 1,6077 Grm. freier und 1,1844 Grm. gebundener Säure davon. Während nun bei ferneren Versuchen der Einfluß der Tageszeiten auf den Milchsäuregehalt gleich Null war, sank dieser bei gleichem spec. Gewichte des Harnes nach kleinen Debauchen auf 0,087 — 0,072 % freier Säure. Bewegung und Ermüdung dagegen hoben ihn auf 0,163 %. Nach Pflanzenkost betrug er 0,098 — 0,102 %, nach anhaltender thierischer Nahrung dagegen 0,127 — 0,136 %. Hiernach würde sich die Menge dieser Säure im Allgemeinen dem des Harnstoffes mehr oder minder parallel stellen.

504 Die übrigen organischen Stoffe des normalen Urines sind noch zu wenig gekannt, als daß sich in Betreff ihrer bestimmte Folgerungen machen ließen. Der Harnfarbestoff steht mit dem der Galle und vorzüglich mit dem des Blutes in innigster Beziehung. Wurde Blutserum des Kalbes und des Schafes filtrirt, hierauf zur Fällung des Eiweißes zwei Mal gekocht und zweimal von Neuem filtrirt und dann der langsamen Filtration durch Pferdepleura ausgesetzt, so zeigte sich eine röthlich gelbe Flüssigkeit, welche an die Färbung eines dunkeler tingirten Urines erinnerte. Uebrigens steht die Menge des färbenden Principes mit der Intensität der Farbe des Harnes in keiner directen Proportion (Lehmann). Die sogenannten Extractivstoffe des Urins sind chemisch zu unbestimmt charakterisirt, als daß ihre Verhältnisse schon jetzt physiologisch erörtert werden könnten.

Haben wir aber bis jetzt den Urin als das Hauptabführungsmittel des Wassers und einer verhältnißmäßig sehr vorherrschenden Menge einer äußerst stickstoffreichen Substanz kennen gelernt, so bleibt noch seine letzte Hauptthätigkeit, nämlich die Entleerung von Salzen übrig. Aus der Gesammttabelle ersehen wir, daß der procentige Gehalt der feuerbeständigen Salze zwischen 1,119 und 1,611 schwankt, im Mittel 1,465 beträgt und hiernach mehr als ½ bis weniger denn ¼ des festen Rückstandes überhaupt ausmacht. In 24 Stunden werden 8,314 — 36,585 Grm., im Durchschnitt 18,576 Grm. abgeführt. Zu diesen schon an und für sich

---

[1]) a. a. O. S. 288.

bedeutenden Mengen kommen noch die Quantitäten der flüchtigen, hierher gehörenden Verbindungen, vorzüglich der ursprünglich verhandenen oder sich später bildenden Ammoniaksalze hinzu. Wie sich schon theoretisch erwarten läßt, treten hierbei die leicht löslichen alkalischen Verbindungen in den Vordergrund, während die phosphorsauren Kalk- und Talksalze nur zu geringen Quantitäten gelangen, Fluorcalcium dagegen bloß spurweise erscheint. Bei einzelnen Pflanzenfressern, bei welchen die Mengen der Erdsalze bedeutender werden, zeigt sich ein großer Theil derselben in der Form von mikroskopischen Steinchen, von sogenannten concentrisch-schaaligen krystallinischen Kugeln, welche dem Harne mechanisch beigemengt sind. In dem gesunden Urine des Menschen fehlen diese gänzlich, so daß die 0,026 — 0,164 % Phosphate des Kalkes und des Talkes, welche hier vorkommen, aufgelöst erscheinen. Da durch die gemischte Nahrung und das Trinkwasser des Menschen nur wenig Kieselsäure eingeführt wird und sich daher nur geringe Quantitäten von Silicaten bilden und auflösen können, so werden diese nur in unbedeutendem Maaße in dem menschlichen Harne auftreten. Jedoch ist wahrscheinlich der Werth 0,003 % als Mittelzahl zu gering, weil die Aufmerksamkeit der Chemiker, welche bisher den Menschenharn prüften, zu wenig auf diese Körper gerichtet war.

Unter den alkalischen Salzen haben wir Verbindungen der Alkaloide 505
oder der Alkalien mit Schwefel-, Phosphor-, Chlor, Schwefelsäure, Phosphorsäure und Kohlensäure. Erinnern wir uns nun, daß der vorzüglichste organische Bestandtheil des Urines, der Harnstoff, aus umgesetzten Proteinkörpern entsteht und daß diese in der Regel Schwefel und Phosphor führen, so können wir mit Recht vermuthen, daß ein Theil des Schwefel- und Phosphor- oder selbst der schwefelsauren und der phosphorsauren Salze des Harnes in dieser Quelle ebenfalls seinen Ursprung habe. Hierfür spricht auch, daß die Menge der Schwefelsäure des Urines nach Fleischkost und vielleicht auch nach Körperanstrengungen zunimmt. Nach Berzelius enthält der Harn des Menschen 5,194 % an Kali und Natron gebundener Schwefelsäure. Lehmann[1]) fand in seinem Urine bei gewöhnlichen Lebensverhältnissen im Durchschnitte 4,932 %, bei anhaltender animalischer Kost 5,731 % und nach angestrengter Körperbewegung und vollbrachter Nachtwache 6,138 %, wiewohl es in letzterem Falle unentschieden blieb, ob nicht dieser große Schwefelsäuregehalt zum Theil von eingenommenem Trinkwasser herrührte.

Halten wir uns an die obige Haupttabelle, so entleert ein erwachsener Mann im Durchschnitt in 24 Stunden 7,051 Grm. Chlornatrium und Chlorammonium, 8,280 Grm. schwefelsaures Kali und Natron und 5,604 Grm. phosphorsaures Natron und doppelt phosphorsaures Ammoniak oder 4,324 Grm. Chlor, 4,214 Grm. Schwefelsäure und 3,475 Grm. Phosphorsäure oder 4,324 Grm. Chlor, 1,691 Grm. Schwefel und 1,528 Grm. Phosphor. Ob jene bedeutende Menge von Chloralkaloiden, vorzüglich von Chlornatrium, wie wahrscheinlich, von den eingeführten Nah-

[1]) a. a. O. S. 150.

rungsmitteln vorzugsweise herrühre, ist noch specieller nachzuweisen. Nach Becquerel[1]) würde sie sogar auffallend gering ausfallen, denn nach ihm sollen in dem 24stündigen Harn nur 0,659 Grm. Chlor, 1,123 Grm. Schwefelsäure und 0,417 Grm. Phosphorsäure enthalten sein.

Daß die Quantität der Schwefelsäure und des Schwefels im Durchschnitt größer ist als die der Phosphorsäure und des Phosphors, rührt theils davon her, daß in den eingenommenen Nahrungsmitteln die Menge der Verbindungen ersterer Art die der letzteren in der Regel übertrifft. Theils aber scheint auch die Ursache darin zu liegen, daß die umgesetzten Körperelemente relativ größere Mengen von Eiweiß, welches mehr Schwefel als Phosphor hat, enthalten. Eisen und Mangan finden sich im normalen Harne nur in sehr geringen Quantitäten.

506 Da der Harn die Function hat, in das Blut auf irgend eine Weise, sei es durch Speise und Trank, oder durch die Hauteinsaugung oder auf andere Art eingeführten löslichen Verbindungen zu entfernen, so müssen in ihm auf diese Weise in Einzelfällen Stoffe, welche ihm sonst fremd sind, gefunden werden. Der Uebergang solcher Substanzen in den Harn erfolgt verhältnißmäßig so schnell, daß die Alten geheime von dem Magen nach den Nieren unmittelbar überführende Harnwege annahmen und daß erst eine geläutertere Physiologie mit Bestimmtheit nachwies, daß bei der Schnelligkeit der Endosmose und des Kreislaufes eine so rasche Ausscheidung durch die Nieren keine Unmöglichkeit darbiete. Da aber bei dem gesunden Menschen der Urin vor seiner Entleerung kürzere oder längere Zeit in der Harnblase verweilt, so war es hier unmöglich, das Interstitium, welches zum Uebergange in den Urin nothwendig ist, genau zu bestimmen. Nur bei Thieren hatte man durch Tödtung derselben schon früher gefunden, daß einzelne Substanzen, wie z. B. Eisenkaliumcyanür, binnen wenigen Minuten im Harne wiedererscheinen. Um aber wenigstens einige übersichtliche Werthe für den Menschen zu erhalten, benutzte Stehberger[2]) auf zweckmäßige Weise einen Knaben, welcher einen Prolapsus vesicae urinariae inversae darbot. Hier mußte zwar ebenfalls ein Zeitaufenthalt für das Herabtreten durch die Harnleiter entstehen. Allein er ist wahrscheinlich nur sehr gering und mit dem des Urines in der gesunden Blase nicht vergleichbar. Nach diesen Versuchen zeigten sich im Harne Färberröthe und Indigo in 15 Minuten, Rhabarber und Gallussäure in 20 M., Campeschenholzabkochung in 25 M., färbendes Princip der Heidelbeeren in 30 M., das der schwarzen Kirschen und adstringirendes Princip der Herba uvae ursi in 45 M., Pulpa Cassiae fistulae in 55 M., Eisenkaliumcyanür in 60 M. und Roob Sambuci in 75 Minuten. Das Verschwinden dieser Substanzen aus dem Harne wird natürlich von der Menge, in welcher sie eingenommen worden, von der Qualität und der Geschwindigkeit, mit welcher sie ausgeschieden werden, abhängen. So hörte in dem obigen Falle die Anwesenheit des Eisenkaliumcyanür in dem

[1]) a. a. O. S. 52.
[2]) Tiedemann und Treviranus Zeitschrift für Physiologie. Bd. II. S. 47.

Urine schon nach $3\frac{3}{4}$ Stunden, die des Indigo nach $4\frac{1}{2}$ St., die der Rhabarber nach $6\frac{1}{3}$ Stunden, die der Herba uvae ursi nach $7\frac{1}{3}$ St., die der Abkochung der Heidelbeeren nach $8\frac{3}{4}$ St., die derjenigen von Färberöthe nach 9 St., die der Gallussäure nach 11 St. und die der Pulpa Cassiae nach 24 St. auf.

Schon alle hier genannten Substanzen sind solche, welche dem normalen Urine fehlen und die daher in die Kategorie der ihm zufällig von den Nahrungsmitteln aus beigemengten Stoffe gehören. Fragen wir aber, welche Körper überhaupt eine Geneigtheit haben, in den Harn überzugehen, so läßt sich dieses Problem im Allgemeinen dahin beantworten, daß durchschnittlich alle Salzverbindungen, alle Farbestoffe, alle Riechstoffe und überhaupt alle organischen Substanzen, welche vom Wasser leicht aufgenommen werden, im Urine wieder erscheinen. Nur ein Theil der flüchtigen Körper geht auch durch die Perspiration davon. Die unlöslichen Combinationen dagegen werden von dem Urine gar nicht aufgenommen und müssen, sofern sie in den Speisen enthalten sind, den Darm durchlaufen. Jene aufgelösten Verbindungen aber, welche in tropfbar flüssiger Form durch den Urin ausgeschieden werden, können auch mehr oder minder in andere Secrete gelangen.

Was nun die Einzelheiten betrifft, so ergab eine Reihe gut ausgeführter Beobachtungen (von Wöhler)[1], daß Eisen, Blei, Weingeist, Schwefeläther, Kampher, thierisches Dippelsches Oel, Moschus und die Farbestoffe von Cochenille, Lacmus, Saftgrün und Alcanna im Harne gar nicht erscheinen. Kohlensaures, chlorsaures, salpetersaures und schwefelblausaures Kali, Eisenkaliumcyanür, Borax, Chlorbarium, Kalisilicat, weinsaures Nickeloxydkali, die löslichen Farbestoffe von schwefelsaurem Indigo, Gummigutt, Rhabarber, Krapp, Campeschenholz, rothen Rüben, Heidelbeeren, Maulbeeren, Kirschen, die Riechstoffe des Wachholders, des Baldrian, der Asa foetida, des Knoblauchs, des Bibergeils, des Safrans, des Opium und das Narcoticum vom Fliegenschwamm, so wie Chinin, Strychnin u. dgl. kehren unzersetzt im Harne wieder. Nur zum Theil ist dieses mit Schwefelkalium der Fall. Einzelne Substanzen, welche hierzu eine besondere Geneigtheit haben, erleiden bei ihrem Uebertritte in den Urin einen Reductionsproceß. So verwandelt sich z. B. Eisenkaliumcyanid in Eisenkaliumcyanür. Sehr viele Verbindungen dagegen werden, indem sie durch das Blut gehen, höher oxydirt. So verwandeln sich z. B. alle essigsauren, weinsauren, citronensauren und äpfelsauren Salze in kohlensaure, so das Schwefelkalium in schwefelsaures Kali. So erhält man den Schwefel, sofern er in den Harn übergeht, theils als Schwefelsäure, theils als Schwefelwasserstoff wieder. Jod tritt in der Form von Jodwasserstoff auf. Organische Säuren sind, sofern sie sich nicht in Kohlensäure umgesetzt haben, nicht frei, sondern mit Basen verbunden, vorhanden. Zu gleicher Zeit haben viele, vorzüglich alkalische Salze, indem sie in den Urin gelangen, die Eigenschaft, auch die Wasserausscheidung und hier-

---

[1]) **Tiedemann** und **Treviranus** Zeitschrift für Physiologie. Bd. I. S. 303 fgg.

durch die Menge des Harnes durch Wasseranziehung zu vergrößern. Hierher gehören z. B. die abführenden Salze, das essigsaure, weinsteinsaure Kali u. dgl. mehr.

Bietet schon der Harn in gesundem Zustande so viele Varietäten dar, daß es schwer hält, sichere Mittelzahlen zu finden, so müssen die Schlüsse, welche aus der krankhaften Beschaffenheit des Urines zu ziehen sind, mit um so größerer Vorsicht gemacht werden, als der Harn nach Verschiedenheit der Individualität und der Zustände bald einen deutlicheren, bald einen undeutlicheren Reflex des Leidens darstellt. Hierbei kann sich die absolute Menge des Harnes vergrößern oder verkleinern. Es können dann einzelne der normalen Urinbestandtheile in vermehrter oder verminderter Menge vorhanden sein oder es vermag außerdem eine oder die andere Verbindung, welche dem gesunden Urine fehlt, neben den gewöhnlichen Elementen desselben aufzutreten.

Die absolute Quantität des Harnes hängt von zu vielen Zufälligkeiten ab, als daß sich in dieser Beziehung irgend allgemeine Regeln aufstellen ließen. Die Einnahme vielen Wassers, besonders durch Getränk, bewirkt vorzüglich, wenn nicht andere Hindernisse in den Weg treten, eine Vergrößerung der Urinmenge. Daher existirt diese bei Polydypsie, bei Personen, die aus Gewohnheit zu viel Getränke irgend einer Art zu sich nehmen, nach einzelnen Krampfanfällen, besonders unmittelbar nach dem Aufhören derselben u. dgl. Ausnahmen hiervon machen diejenigen Fälle, bei welchen die Wasserausscheidung auf anderem Wege, z. B. durch den Schweiß, die abgesonderte Milch u. dgl. erfolgt oder wenn der Athmungsproceß, wie bei vielen Fiebern und Entzündungen, verstärkt ist und durch diesen (bei gleichzeitiger reichlicher Hautausdünstung) mehr Wasser davon geht. Eben so entleeren Wassersüchtige nicht selten wenig Urin, obgleich sie sehr viel trinken. Nie aber wird innerhalb einer längeren Zeit mehr Wasser abgeführt als eingenommen worden. Hiervon kann man sich selbst bei Harnruhrkranken oder Diabetischen, wenn man die Speisen und Getränke derselben genau controlirt, überzeugen. Leidende der Art produciren im Durchschnitt 5000 bis 8000 Grm. Urin (Bouchardat). Doch kann die Harnmenge selbst auf 16000 Grm. und noch mehr steigen. Eine Verminderung derselben bemerken wir in vielen Fiebern, vorzüglich in dem Hitzestadium derselben und der Entzündungen, bei organischen Leiden des Herzens und der Leber, bei Wassersuchten u. dgl.

Der Wassergehalt des Urines theilt in vielen Beziehungen dieselben Schwankungen, welche die absolute Menge desselben darbietet. Abgesehen davon, daß auch hier die Summe der genossenen Flüssigkeiten oder das Quantum des auf anderen Wegen davongehenden Wassers störend eingreifen, bewirkt der Krankheitsproceß selbst, indem er auf die festen Bestandtheile von Einfluß ist, manche wesentlichen Veränderungen. Ein Fieberkranker z. B., dessen Kreislauf und Athmung in erhöhtem Maaße thätig sind, bereitet dadurch zugleich mehr Stoffe, welche durch den Harn abgehen. Dieser wird deshalb bei der gleichen absoluten Menge häufig concentrirter. Ist die Blutmasse eines Menschen so beschaffen, daß auch Eiweiß in den Urin übergeht, so kann hierdurch, wenn sich nicht gleichzeitig die Wassermenge in demselben Grade vergrößert, eine Correction ähnlicher Art eintreten. Eben so vermag sich der procentige Wassergehalt mit einer abweichenden 24stündigen Menge von Harn zu verbinden, um eigenthümliche Zahlen hervorzubringen.

Anschauliche Belege hierfür geben folgende Beispiele (A. Becquerel)[1]. Während im Mittel von 4 Männern täglich 1227,779 Grm., von 4 Frauen dagegen 1337,489 Grm. Wasser durch den Urin entleert wurden, betrug die 24stündige Menge bei einem 39jährigen an Gesichtsrose leidenden robusten Manne 763,109 Grm., bei einem 33jährigen männlichen Individuum mit acuter Bronchitis 560,741 Grm., bei einer 43jährigen Frau mit Gesichtsrose und Fieber 512,710 Grm., bei einer 17jährigen Frau während des Eruptionsstadiums des Fiebers bei Varioloiden 450,565 Grm. und bei einer 22jährigen Frau mit Milchfieber 437,688 Grm. Ein 60jähriger Mann mit Lebercirrhose führte 678,631 Grm., eine an Herzkrankheit und Leberentzündung leidende Frau 350,566 Grm. Wasser ab. Bei einer tuberculösen an Zehrfieberschweißen, nicht aber an Durchfall leidenden Person ergaben sich 4 Tage vor dem Tode in 24 Stunden 471,236 Grm.

---

[1]) a. a. O. S. 17—19.

Ein 40jähriger Apoplektischer hatte 723,578 Grm. und eine am Magenkrebs leidende Frau, welche alles ausbrach und dem Tode nahe war, nur 242,205 Grm. Als Mittelzahl einer größeren Reihe von Beobachtungen, welche an Leiden mit Verminderung der Urinabsonderung (fieberhafte Zustände, Herz- und Leberkrankheiten, übermäßige Schweißbildung, eintretender Todeskampf u. dgl.) angestellt worden, zeigten sich 595,631 Grm. Bei einer Frau dagegen, welche an Polydipsie litt, stieg die tägliche Wasserquantität auf 2956,341 Grm. Der procentige Wassergehalt glich hier 99,2367, bei 4 gesunden Frauen aber im Durchschnitt 97,5052. Er betrug bei 5 Bleichsüchtigen 98,1289 bis 99,0298 und erreichte hier, wie bei Anämischen ein Mittel von 98,2765. Im Allgemeinen wächst er auch, sobald die Menge des Harnes bedeutender wird. Umgekehrt dagegen sank er, indem er im Durchschnitt für beide Geschlechter 96,1885 betrug, bei Fieberbewegungen, Lungenemphysem und Herzkrankheiten auf die Mittelzahlen von 95,8420 und 95,4955, ja bei einer am Milchfieber leidenden Frau auf 94,8025 hinab.

Alle Bestimmungen des Harnstoffes sind nur approximative. Denn die gewöhnlichen Methoden, denselben durch Salpetersäure zu isoliren, haben den Nachtheil, daß die erhaltenen Mengen zu sehr von der Temperatur abhängen und daß man auch nicht immer vor Beimischungen fremder Körper gesichert ist. Abgesehen hiervon läßt sich nicht die absolute Menge des Urée, welche in dem Urine enthalten ist, nach den procentigen Werthen beurtheilen, weil diese verhältnißmäßig größer, die absolute Urinmenge aber dergestalt verringert sein kann, daß eine kleinere absolute Quantität von Harnstoff herauskommt. Dieser Fall tritt z. B. nach Becquerel bei vielen Fiebern, Entzündungen u. dgl., überhaupt in den Fällen ein, wo der in sparsamer Menge vorhandene Harn mehr feste Bestandtheile führt, specifisch schwerer, dunkeler und sehr sauer ist. Als Beleg hierfür erscheint folgende Tabelle:

Individuum.	Zustand.	Procentiger Wassergehalt.	Harnstoff in 100 Theilen		In Grammen ausgedrückte, binnen 24 Stunden entleerte Menge von		
			frischen Urines.	festen Rückstandes.	Urin.	Wasser.	Harnstoff.
Mann .	Gesund	96,8815	1,3838	44,374	1267,300	1227,779	17,537
Frau . .	Gesund	97,5052	1,0366	41,550	1371,700	1337,489	15,582
Mittel .	» »	97,1938	1,2102	42,962	1319,500	1282,634	16,560
Frau . .	Milchfieber	95,2805	1,8842	39,923	459,368	437,688	8,647
Mann .	Acuter Rheumatismus	97,0101	0,8960	29,967	884,571	858,124	7,940
Mittel aus den beiden vorhergehenden und 9 anderen hierher gehörenden Krankheitsfällen [1])		96,4317	1,3043	36,552	705,296	680,129	8,996

Hierbei bot die Frau, welche an Milchfieber litt, das Maximum, der Mann, welcher einen acuten Rheumatismus hatte, das Maximum des Harnstoffes des frischen Urines dar. Man sieht aber hieraus, vorzüglich wenn man sich an das Verhältniß des Urée zum festen Rückstande hält, daß dieses sich in den geprüften 11 Fällen unter der gewöhnlichen Größe hielt und daß auch die absoluten Harnstoffmengen in 24 Stunden bedeutend hinter den normalen Quantitäten zurückbleiben. Daß dieses im Allgemeinen

[1]) Diese sind: Mann mit Fieber am fünften Tage nach dem Ausbruche von Varioloiden, Mann mit Gesichtsrose, Mann mit acutem Gliederrheumatismus, Mann mit acuter Bronchitis, Frau mit Herzkrankheit und Leberentzündung, Frau mit Gesichtsrose, Frau am fünften Tage nach dem Ausbruche von Varioloiden und Mann mit Gehirnblutung. Siehe Becquerel a. a. O. S. 26.

bei Pyrexieen die Regel sei, läßt sich daraus vermuthen, daß bei ihnen einerseits die absoluten Urinmengen bedeutend verringert erscheinen und daß der Kranke anderseits wenig stickstoffhaltige Substanzen als Nahrung zu sich nimmt und deshalb einen großen Theil seines entleerten Harnstoffes aus seiner eigenen Körpermasse liefert. Für diese Ansicht, so wie für dasjenige, welches oben über die Verhältnisse des Harnstoffes in Fiebern angeführt wurde, scheint auch zu sprechen, daß, wenn die Fiebererscheinungen durch eine antiphlogistische Behandlung gebrochen worden, der procentige Gehalt des Harnstoffes abnimmt. Der dunkelrothe Urin eines an Herzbeutelentzündung leidenden Mannes enthielt z. B. auf 93,750 % Wasser 2,930 % Harnstoff, also 46,880 % des festen Rückstandes. Nachdem aber durch 4 Aderlässe der entzündliche Sturm beseitigt worden, ergab der schwach dunkeler gefärbte Harn auf 96,010 % Wasser 1,750 % Urée, mithin nur 43,860 % des festen Rückstandes [1]). In den Fiebern und Entzündungen, bei welchen durch Erhöhung des Kreislaufes und der Athmung auch ein verstärkter Umsatz der Körpertheile Statt findet und mehr Kohlensäure und Wasser durch die Perspiration austritt, müssen auch mehr Ausscheidungssubstanzen durch den Urin entfernt werden.

Hieraus folgt aber noch nicht, daß deshalb gerade die Menge des Harnstoffes vergrößert sei, weil andere Produkte des Urines aus diesen Krankheitserscheinungen hervorgehen können. Aus diesem Grunde sehen wir bei einzelnen Fällen von Entzündungsformen die procentige Menge des Urée dem normalen Mittel gleichen oder selbst unter dasselbe hinabsinken. Betrug dieses z. B. 39 % des festen Rückstandes, so ergaben sich in zwei Fällen von Lungenentzündung 37,2 und 39,0 % und in einer dritten Beobachtung der Art 37,6 %; in zwei Fällen von Leberentzündung 29,6 und 42,2 %, in einem dritten 37,5 %, in einem Falle von Bauchfellentzündung der Wöchnerinnen dagegen 42,7 % (Becquerel und F. Simon) [2]). Bei Krankheiten, welche mit Anämie verbunden sind, sinkt, wie sich schon theoretisch erwarten läßt, sowohl die procentige als die absolute Harnstoffmenge. Dieses erhellt z. B. aus der Untersuchung von 11 Fällen, von denen 6 bleichsüchtige Personen, 2 solche mit Blutmangel in der Reconvalescenz von Nierenentzündung, einer einen Mann, welcher einen Typhus überstanden, einer eine Frau, die ein Puerperalfieber gehabt und einer eine Wöchnerin betrafen und die von Becquerel [3]) angestellt worden sind. Die folgende aus diesen Erfahrungen gezogene Haupttabelle giebt uns ein anschauliches Bild dieser Verhältnisse:

Individuum.	Krankheit.	Procentiger Wassergehalt.	Harnstoffmenge in 100 Theilen		In Grammen ausgedrückte, täglich entleerte Menge von		
			frischen Urines.	festen Rückstandes.	Urin.	Wasser.	Harnstoff.
Frau . .	Bleichsucht	97,6438	0,8379	35,561	696,999	680,577	5,840
Frau . .	Blutmangel in der Reconvalescenz von Nierenentzündung	98,9605	0,3089	29,716	2627,299	2599,989	8,125
Mittel aus den sämmtlichen 11 Beobachtungen		95,3197	0,6190	13,225	1218,330	1161,309	7,001

Wir sehen hieraus, daß die procentige und die absolute Harnstoffmenge bedeutend unter dem von Becquerel angenommenen Mittel steht. Die Verminderung der procentigen Quantität des Urée in Typhen bestätigt sich auch durch Simon's Beobachtungen. In 9 Untersuchungen der Art betrug der Harnstoff 22,0 % bis 32,3 % und im

---

[1]) F. Simon a. a. O. S. 401.
[2]) a. a. O. S. 407. 411. 413.
[3]) a. a. O. S. 26. 27.

Mittel 27,1 % des festen Rückstandes [1]. In der Gelbsucht scheint die Menge des Harnstoffes ebenfalls kleiner auszufallen. In einem Falle betrug sie 1,234 % des frischen Urines und 27 % des festen Rückstandes, in einem zweiten complicirten 1,090 % des gesammten Harnes und 29 % der festen Stoffe (F. Simon) [2]. Auch die tägliche Quantität desselben scheint geringer zu sein. Ein Mann mit Icterus z. B., welcher einen mit 1,7923 % Harnstoff versehenen Urin abführte, entleerte in 24 Stunden nur 12,637 Grm. Urée (Becquerel). Daß bei der Schwangerschaft, wo andere Ausgaben des Körpers eintreten, die Menge des Harnstoffes im Durchschnitt verringert sei, läßt sich theoretisch erwarten und wird auch durch die Erfahrung bestätigt. Auf die Verhältnisse dieses Körpers in dem Urine bei Albuminurie und bei der Harnruhr werden wir in der Folge zurückkommen.

Eine eigenthümliche Reihe von Veränderungen der Menge des Harnstoffes vermag durch die Selbstzersetzung dieser Substanz zu entstehen. Eine concentrirte Harnstofflösung nämlich kann ohne Schaden gekocht oder längere Zeit aufbewahrt werden. In einer verdünnten dagegen erzeugt sich auf Kosten des Urée kohlensaures Ammoniak. Diese Art von Umsetzung geht in altem faulenden Urine vor sich (§. 126). Daß diejenigen schon früher erwähnten Krankheitsfälle, bei welchen ein an Ammoniak und Ammoniakverbindungen reicher Urin entfernt wird, auf denselben Ursachen beruhe, ist zwar, da die höhere Temperatur des Körpers begünstigend einwirken kann, sehr wahrscheinlich, bedarf aber noch genauerer Specialuntersuchungen. Ist einmal kohlensaures Ammoniak vorhanden, so schlagen sich leicht kohlensaure Kalkerde und wegen der Alkalescenz des Urines phosphorsaurer Kalk, so wie phosphorsaure Ammoniak-Magnesia nieder. Dieses ist auch bisweilen die Ursache, weshalb anfangs ganz klarer Urin, der eine Zeit lang gestanden, trüb wird und einen Bodensatz liefert.

Die Harnsäure bildet denjenigen Bestandtheil des Urines, welcher in Krankheiten am meisten die Aufmerksamkeit der Aerzte in Anspruch genommen und zu vielfachen, nicht selten sophistischen Unterscheidungen der pathologischen Verhältnisse des Harnes Veranlassung gegeben. Der Grund hiervon liegt darin, daß sie sich leicht bei dem Erkalten des Urines entweder rein oder noch häufiger mit Ammoniak oder organischen Materien, vorzüglich Farbestoff verbunden niederschlägt und in dem letzteren Falle einen rothen Bodensatz hervorruft. Diese Erscheinung wird offenbar dadurch sehr begünstigt, daß in Folge der Umsetzung des Urines Milchsäure entsteht, daß diese die Harnsäure aus dem harnsauren Natron austreibt und als harnsaures Ammoniak fallen läßt. Manche Beimischungen von Blasenschleim scheinen diese Milchsäurebildung aus dem sogenannten Extractivstoff des Urines vorzugsweise zu begünstigen (Scherer) [3]. Schon geringe aufregende Momente, wie Gemüthsbewegungen, reizende und starke Nahrung, Indigestion u. dgl. können die Menge dieser Säure, welche sich nach der obigen Haupttabelle des gesunden Urines im Mittel zu dem festen Rückstande = 1 : 56,426 und zu dem Harnstoffe = 1 : 23,023 verhält, vergrößern (Lehmann, Becquerel). Bei aufregenden Fiebern und Entzündungen tritt häufig eine Vermehrung der Quantität derselben hervor. Dieses belegt wiederum folgende nach den Datis von Becquerel entworfene Generaltabelle:

---

1) a. a. O. S. 429.
2) a. a. O. S. 467. 68.
3) Wöhler's und Liebig's Annalen der Pharmacie. Bd. XLII. 1842. 8. S. 173 fgg.

Individuum.	Zustand.	Procentige Menge von Wasser.	Harnsäure in dem frischen Urine.	Harnsäure in dem festen Rückstande.	In Grammen ausgedrückte Menge der täglich entleerten Quantität von Urin.	Wasser.	Harnsäure.
Mann . .	Gesund	96,8815	0,0391	1,253	1267,300	1227,779	0,495
Frau . .	Gesund	97,5052	0,0406	1,627	1371,700	1337,489	0,557
Mittel .		97,1933	0,0398	1,440	1319,500	1282,634	0,526
Frau . .	Am fünften Tage nach dem Ausbrechen der Varioloiden	96,4657	0,2188	6,191	633,600	611,207	1,328
Mann . .	Acuter Gliederrheumatismus	97,0101	0,1037	3,468	884,571	858,124	0,919
Mittel aus den beiden letzten und 9 anderen Beobachtungen		96,4821	0,1686	4,792	679,202	655,309	1,041

Der kritische Harn führt nach Lehmann 1,983 bis 4,782 % Harnsäure. In der Gicht existirt sie in dem Urine, wenn dieser stark sauer ist, in verhältnißmäßig bedeutender Menge (Nysten). Wird sie dann auf diesem Wege nicht abgeführt, so erzeugen sich leicht Ablagerungen derselben im Innern des Körpers, entweder als Nieren- oder Blasensteine [1]) oder als Concremente, welche sich vorzugsweise in den Gelenken absetzen. Auch in der Gelbsucht scheint eine Vermehrung dieses Productes einzutreten. Simon, welcher als Mittelwerth des Normalzustandes 1,5 % des festen Rückstandes annimmt, fand in dem Urine eines 20jährigen gelbsüchtigen Frauenzimmers 6,3 % und in dem eines icterischen Mannes 2,7 % freier Säure und 9 % harnsaures Ammoniak. In der Bleichsucht, bei geschwächten Individuen und in der Reconvalescenz von angreifenden Krankheiten zeigt sich auch die Harnsäure vermindert. So betrug sie, wie aus Becquerel's Daten erhellt, bei 5 Bleichsüchtigen 0,0086 % bis 0,0258 %, im Mittel 0,0199 % des frischen Urines und 0,459 % bis 1,241 %, im Durchschnitt 0,839 %. Die täglich entleerte Wassermenge des Harnes schwankte zwischen 604,935 Grm. und 1337,988 Grm., die 24stündige Harnsäurequantität dagegen zwischen 0,117 Grm. und 0,391 Grm. Jedoch können auch leichte Fieberbewegungen und Gemüthsaffecte die Harnsäuremenge selbst bei solchen Zuständen unmittelbar erhöhen.

Auch der Milchsäuregehalt erleidet in Krankheiten nach den Erfahrungen der Chemiker mancherlei Veränderungen. Bedenken wir aber, daß manche Urine so empfindlich sind, daß sich schon ½ Stunde, nachdem sie gelassen worden, ein Theil ihres Harnstoffes in kohlensaures Ammoniak umsetzt, ja daß diese Metamorphose sogar in der Blase vor sich gehen kann und daß sich bei der Anwesenheit von organischen Stoffen Milchsäure äußerst leicht bildet, so ergiebt sich, daß selbst die mit der größten Gewissenhaftigkeit durchgeführten Untersuchungen der Art immer etwas Unsicheres behalten. Lehmann [2]) fand in 100 Theilen des festen Rückstandes gesunden Harnes 2,309 % freier und 1,704 % gebundener Milchsäure. Die tägliche Durchschnittsmenge der ersteren betrug 1,6077 Grm., die der letzteren 1,1844 Grm. Nach ihm erscheint in kritischen Stadien der acuten Krankheiten nebst den Vergrößerungen der Harnsäure auch der Milchsäuregehalt vermehrt. In dem frischen gesunden Harne betrug die freie Milchsäure, wenn der Urin ein specifisches Gewicht von 1,02204 darbot, 0,152 %; dagegen bei derselben Dichtigkeit des Harnes bei acutem Rheumatismus 0,131 %, bei gichtischen Exacerbationen 0,141 % (mithin Ver-

[1]) Vgl. Scherer a. a. O. S. 185.
[2]) a. a. O. S. 288. 289.

ringerung) bis 0,156 %, bei der Krise von Lungenfellentzündung 0,163 %, bei der einer Lungenentzündung 0,149 % (also Verminderung), bei Gesichtsrose 0,138 % (ebenfalls verkleinert), bei ächten Blattern 0,167 %, bei Masern 0,156 % und bei intermittirendem gastrischen Fieber 0,139 % bis 0,144 %. Bei schleichendem Nervenfieber ergaben sich nur 0,039 % bis 0,051 %. Der eiweißhaltige Urin führt in der Regel keine freie Milchsäure. Auch in dem viscösen Harne soll sie in sehr geringer Menge vorhanden sein (Cap und Henry).

Was die Veränderungen der Gesammtmenge der organischen Bestandtheile in Krankheiten betrifft, so hat zwar Becquerel [1]) auch in dieser Beziehung Tabellen geliefert. Allein aus ihnen lassen sich keine Schlüsse ziehen, weil seine Angaben über den normalen Urin in dieser Beziehung mit seinen eigenen früheren Datis nicht stimmen. Bei dem Manne soll nämlich die mittlere Normalmenge der organischen Stoffe 0,9261 %, bei der Frau 0,8033 % betragen. Nun giebt er als den mittleren normalen Wassergehalt des Urines des Mannes 96,8815 %, als den des Harnes der Frau 97,5052 % an. Es müßten daher bei dem Manne 2,1924 %, bei der Frau 1,6915 % feuerbeständiger Salze vorhanden sein. Diese überschüssige Quantität der letzteren ist nach Allem, was wir von der chemischen Beschaffenheit des Urines wissen, eine Unmöglichkeit. Ueberdies giebt Becquerel selbst als Mittelwerth der feuerbeständigen Harnsalze bei dem Manne 0,7695 % und bei der Frau 0,6143 % an. Im Allgemeinen erscheint der procentige Gehalt an organischen Stoffen bei inflammatorischen Fiebern und Entzündungen vergrößert, während er in anderen Krankheiten nach beiden Seiten der Normalwerthe schwankt. Die absolute Menge kann aber in Fiebern trotz der Erhöhung des procentigen Gehaltes bedeutend verringert sein.

Die feuerbeständigen Salze im Ganzen erlauben eine exactere Untersuchung, weil ihre Darstellung, sei es durch bloßes Glühen oder durch Verbrennen mit Salpetersäure, keine Schwierigkeiten darbietet und die dabei Statt findende Umwandlung der organischen Säuren in Kohlensäure zu keinen wesentlichen Irrungen Veranlassung geben kann. Beträgt nun nach Becquerel ihr normales Mittel bei dem Manne 0,7695 % des frischen Urines und 24,64 % des festen Rückstandes, bei der Frau 0,6143 % des ersteren und 24,62 % des letzteren, also im Durchschnitt 0,6919 % des gesammten Harnes und 24,63 % des festen Stoffes, so zeigt sich, daß ihr procentiger Gehalt des frischen Urines in den meisten Fällen von Fiebern und Entzündungen vergrößert ist und z. B. bei einer Frau mit Varioloidenfieber sogar bis auf 1,0854 % wuchs, dagegen bei einem Manne mit acutem Gelenkrheumatismus bis zu 0,5580 % sank. Bei Zuständen, welche mit Blutmangel verknüpft sind, sank er in der Regel und schwankte zwischen 0,2089 % und 0,4804 %. Daß jedoch auch hier keine Constanz existire, zeigt der Umstand, daß zwei Bleichsüchtige 0,8360 % bis 8,4480 % und eine sogar 0,9090 % unorganischer Salze in ihrem Urine darboten. Bei der letzteren betrugen sie auch 31,23 % des festen Rückstandes.

Die absolute Menge der Salze ist nach Becquerel in den meisten Krankheiten vermindert. Im Normale beträgt sie nach ihm in 24 Stunden bei dem Manne durchschnittlich 9,751 Grm., bei der Frau 8,426 Grm., im Mittel 9,089 Grm. Bei entzündlichen Krankheiten, Herz- und Leberleiden, Gehirnblutung, sank sie auf 7,225 Grm. bis 1,515 Grm., bei Bleichsucht und Blutmangelkrankheiten auf 6,980 Grm. bis 2,341 Grm., bei ähnlichen Leiden mit fieberhaften Affectionen auf 5,545 Grm. bis 3,261 Grm., endlich bei leichten febrilen Affectionen, Luftröhren- oder Lungenentzündung, Lungenemphysem auf 6,183 Grm. bis 1,884 Grm. Jedoch bleiben alle Details in Betreff solcher Angaben precär, so lange man die Menge der eingeführten Salze nicht genau kennt und überhaupt, wie es bei allen Urinuntersuchungen sein sollte, aufs Schärfste controlirt. Schon theoretisch läßt sich endlich erwarten, daß da, wo viel Wasser mit dem Urine abgeht, auch eine große Quantität von Salzen austreten werde. Dieses scheint auch im Allgemeinen die Erfahrung vollkommen zu bestätigen. Jedoch geht die Salzmenge der Wasserquantität nicht immer parallel. Eine an Polydipsie und Blutmangel leidende Frau, welche in 24 Stunden 2599,989 Grm. Wasser abführte, entleerte mit diesem 9,233 Grm. feuerbeständiger Elemente. Daß hier die Menge der Salze das normale Mittel nur wenig, die des Wassers dagegen dasselbe bedeutend überschritt, hat offenbar darin seinen Grund,

---

[1]) a. a. O. S. 59.

daß vermöge des Leidens selbst unverhältnißmäßig mehr Wasser als Salze in den Körper eingeführt wurden. Ein Bleichsüchtiger mit Lungenemphysem dagegen entfernte schon täglich in 1484,552 Grm. Wasser 12,122 Grm. fixer Salze. Häufig soll nach Becquerel die Menge der letzteren der des Harnstoffes mehr oder minder parallel gehen. Bei rhachitischen Kindern dagegen zeigt sich eher neben einer Verminderung desselben eine Vermehrung der Salze, vorzüglich der Phosphate und der Milchsäure.

Ueber die Beschaffenheit der einzelnen Salzverbindungen existiren nur noch sehr vereinzelte Erfahrungen, welche keine allgemeinen Schlüsse erlauben [1]). Etwas Aehnliches gilt von der Menge von Kohlensäure, welche frisch im Urine vorkommt. Man weiß nur, daß sie oft nicht sicher als freie Kohlensäure nachweisbar ist (Berzelius) und daß sie sich nach dem Genusse von kohlensäurehaltigen Getränken in dem Urine nicht auffinden läßt (Wöhler) [2]).

Außer der krankhaften Vermehrung oder Verminderung der normalen Urinbestandtheile können in dem Harne eine Reihe von Substanzen, welche sonst diesem Secrete entweder gänzlich fremd sind oder nur in kleinen Mengen oder nur ausnahmsweise vorkommen, mechanisch beigemengt oder chemisch aufgelöst existiren. Hierher gehören zunächst größere Quantitäten von Schleim, Blut, Eiter u. dgl., welche dem Harne beigemischt sind. Der Schleim giebt sich theils unmittelbar, theils bei längerem Stehen zu erkennen. Das Blut kann oft, wenn es in größerer Menge existirt, durch die mikroskopische Beobachtung wahrgenommen werden. Die Diagnose des Eiters, vorzüglich wenn er in kleineren Mengen existirt, hat hier oft unüberwindliche Schwierigkeiten, weil die veränderten Eiterkörperchen den Schleimkörperchen sehr ähnlich sehen. Auf die Methoden, dem Urine beigemengten Samen zu diagnosticiren, werden wir bei der Functionenlehre der männlichen Geschlechtstheile zurückkommen. Mechanisch eingeschlossenes Oel zeigt das Mikroskop in Form von Tropfen, welche sich durch ihre sehr dunkelen Ränder und ihre Löslichkeit in Alkohol und Aether charakterisiren. Bei Zehrfiebern z. B. schwimmen nicht selten einzelne Oeltropfen oder selbst eine mehr oder minder starke Oelschicht auf der Oberfläche des Harnes, welcher dann leicht durch Schütteln eine emulsive Beschaffenheit annimmt. Von den Erscheinungen, welche durch feste Concrementmassen, nämlich von Harngries und Harnsteinchen entstehen, wird in der Folge gehandelt werden.

Wichtiger als diese mechanischen Beimengungen sind die chemischen. Hierher gehört vor Allem das Eiweiß. Schon jeder Zutritt von frischem oder verändertem Blute zu dem Urine muß einen Eiweißgehalt desselben bedingen. Eben so sehen wir auch, daß der Harn einzelner sonst gesunder, aber magerer und schwächlicher Personen nach dem Genusse von Speisen eine ziemliche Quantität von Albumin darbietet. Man erkennt dieses daran, daß man den frischen, noch sauren Urin kocht und daß sich dieser dann trübt und einen Eiweißniederschlag absetzt. Jedoch darf man sich auf die bloße Präcipitation nicht mit Sicherheit verlassen, weil der Harn, wenn er Kohlensäure enthält und diese durch die Erwärmung ausgetrieben wird, ebenfalls einen Niederschlag, jedoch von unorganischen Salzen bildet. Zur Controlle muß man entweder diesen genauer prüfen oder den Harn, er mag sauer oder alkalisch sein, vorsichtig mit Salpetersäure versetzen. Anderseits aber kann ein eiweißreicher Harn, wenn er viel kohlensaures Ammoniak enthält, bei dem Kochen klar bleiben (Scherer) [3]).

Ein größerer oft in hohem Grade wechselnder Eiweißgehalt des Harnes findet sich in demjenigen Leiden, welches man mit dem Namen der Bright'schen Nierenkrankheit, der Albuminurie, der Granulation der Nieren bezeichnet. Hier sind auch, da auf diesem Wege sehr viel Albumin abgeht, wenn dem Uebel nicht gesteuert wird, wesentliche Veränderungen des Blutes die Folge. In diesem Falle finden wir nach dem Tode Entartungen der Nieren, welche sich im Allgemeinen darauf reduciren, daß sich in den Capillaren und den malpighischen Körperchen der Nieren Blutstockungen zeigen, daß mikroskopische Exsudate vorhanden sind und daß in den Harnkanälchen mechanisch abgelagerte Eiweißmassen auftreten. Häufig existiren zugleich mikroskopische Fettablagerungen (Gluge,

---

[1]) Mehrere hierher gehörende Detailangaben finden sich bei Simon a. a. O. S. 401. 402. 406. 407. 409. 412. 428. 448. 455. 463 und 467.

[2]) Berzelius Thierchemie S. 433.

[3]) a. a. O. S. 190.

Henle) und selbst Deposita von scheinbar geronnenem Faserstoff (Henle)[1]. Die procentige Menge des auf diesem Wege abgeführten Eiweißes, dessen scharfer Bestimmung übrigens mancherlei Schwierigkeiten im Wege stehen, kann natürlich zwischen sehr bedeutenden Grenzen, z. B. zwischen 0,01 % (Becquerel) und 3,36 % (F. Simon) schwanken. Eben so betrug z. B. die täglich entleerte Albuminmenge bei einem in Genesung begriffenen Patienten nur 0,203 Grm., bei einem Kranken, der zugleich fieberte, dagegen 9,715 Grm. Im ersten Falle glich es 0,881 %, in dem letzteren 33,940 % der gesammten in 24 Stunden entleerten Bestandtheile. Bei größerer Stärke des Leidens nimmt in der Regel der Urin den Charakter des Harnes von anämischen Personen an. Ja wenn sich mit der Krankheit wassersüchtige Affectionen verbinden, soll dann sogar mehr Wasser, als eingenommen worden, entfernt werden können. Der Harnstoff, die Harnsäure und bisweilen die Salze treten in der Regel in auffallend sparsamer Menge auf.

Jene oben erwähnten für Faserstoff gehaltenen Gerinnsel, welche bisweilen in der Bright'schen Krankheit in den Harnkanälchen enthalten sind, scheinen dann auch zum Theil mit dem Urine abgeführt zu werden. Als sehr seltenes Phänomen beobachtet man, daß ein von selbst gerinnender Urin gelassen wird, daß also in ihm ursprünglich aufgelöste coagulable Fibrine enthalten sind. Ueber die Anwesenheit von Käsestoff existiren noch keine specielleren Untersuchungen. In dem sogenannten Milchurin wird neben anderen Bestandtheilen der Milch auch Casein angegeben. Nach Golding Bird soll der Urin von Schwangeren in dem vorgerückteren Stadium der Schwangerschaft fast immer käsestoffähnliche Substanzen enthalten. Dieser Umstand soll sogar ein charakteristisches Merkmal der Schwangerschaft abgeben können[2].

Schon der gesunde Urin zeigt äußerst mannigfaltige Variationen seiner Färbung. Allein wie über die Natur des Farbestoffes selbst, so fehlen auch noch über die Natur dieser Abweichungen genauere chemische Untersuchungen. Alle physiologischen Data weisen darauf hin, daß das färbende Princip des Urines mit dem des Blutes und dem der Galle in sehr naher Verbindung stehe. Beiderlei Farbestoffe treten auch pathologisch in dem Urine häufig auf. In der Gelbsucht existiren in dem Harne außer dem Gallenfarbestoffe noch bisweilen sogenannte Bilifellinsäure und andere Gallenstoffe. Die abweichenden grünen, blauen und anderen Farben, welche bisweilen beobachtet worden, sind noch genauer zu prüfen.

Die Hippursäure, welche an Natron und Ammoniak gebunden in dem Urine der Pflanzenfresser als Normalbestandtheil vorkommt, fehlt in der Regel dem des gesunden erwachsenen Menschen, selbst bei anhaltender vegetabilischer Kost, gänzlich. Nur in dem Harne von Kindern und von erwachsenen Personen, welche an Harnruhr leiden, hat man kleine Mengen derselben nachgewiesen (Lehmann)[3]. Ueber ihr Erscheinen nach dem Genusse von Benzoësäure wird in dem chemischen Theile der Ernährungslehre gehandelt werden.

Von dem dem Urine mechanisch beigemengten Oele wurde schon früher gehandelt. In seltenen Fällen ist es mit dem neben ihm dann vorkommenden Eiweiß so genau zu einer Emulsion verbunden, daß sich diese dann selbst bei ruhigem Stehen mehr oder minder erhält. Das freie Fett, welches in dem Urine vorkommt, ist meist elainartiger Natur. Dagegen fand sich in einem Falle z. B., bei welchem bedeutende Fettmassen durch den Harn und die Excremente abgingen, neben Elain auch Margarin[4].

Der merkwürdigste stickstofflose Körper, welcher unter pathologischen Verhältnissen in dem Urine vorkommt, ist der Zucker, der dann in die Kategorie des Traubenzuckers gehört und keine eigenthümliche Art von Zucker darstellt. Diese abnorme Beschaffenheit des Urines existirt in der sogenannten honigartigen Harnruhr (Diabetes mellitus). Sobald nämlich Zucker im Harne vorhanden ist, wird auch in der Regel mehr Urin abge-

---

1) Henle und Pfeuffer Zeitschrift für rationelle Medicin. Zürich. 1842. 8. S. 67—69.

2) Vergl. E. Cohen de urina gravidarum. Heidelbergae. 1843. 8. p. 15.

3) a. a. O. S. 368.

4) C. F. Luz über krankhafte Fettentleerung durch Darmkanal und Nieren. Tübingen. 1841. 8. S. 10 fgg.

führt. Da auf diese Weise eine beträchtlichere Menge von Wasser abgeht, so entsteht ein erhöhtes Bedürfniß nach Einnahme dieser Flüssigkeit. Bisweilen, jedoch nicht immer, erscheint auch die Haut trocken. Mit dem Auftreten des Zuckers verringert sich die Quantität des Harnstoffes auf bedeutende Weise. Dieser betrug z. B. in einem Falle 0,827 % des frischen Urines und 5,091 % des festen Rückstandes, während der Zucker 13,442 % des frischen Harnes und 81,529 % der festen Stoffe darstellte (Bouchardat). In einem zweiten machte sogar der Harnstoff nur in dem gesammten Urine 0,006 % und in dem festen Rückstande 0,096 %, der Zucker dagegen 78,601 % der festen Substanzen aus (Müller). In einer anderen Beobachtung glich jener selbst 93,714 % der festen Verbindungen (Lehmann). Umgekehrt kann auch der Harnstoff gänzlich fehlen (Bouchardat). Dieser bedeutende Zuckergehalt vermag selbst die procentige Menge des Wassers zu verringern. Die Salze erleiden in Verhältniß zu dem festen Rückstande keine wesentliche Veränderung (Berzelius). Dagegen finden sich bisweilen noch geringe Mengen von Hippursäure, welche in zwei Fällen 0,187 % und 0,31 % betrugen (Lehmann). Die Quelle der Zuckerbildung ist noch unbekannt. Der Hypothese, daß er aus einer abnormen Umsetzung der Proteinkörperchen hervorgehe und daß daher die Quantität des Harnstoffes verringert sei, steht die Angabe entgegen, daß bisweilen bei der zuckerigen Harnruhr die absolute Menge des entleerten Harnstoffes vergrößert sein soll (Mac Gregor).

Abgesehen von den genannten mechanischen und chemischen Beimengungen enthalten nicht selten die Urine oder die Nieren, die Harnleiter und die Harnblase Niederschläge und Concremente. Solche Fällungen entstehen durch die schon genannte Harnsäure und deren angeführte Salze durch kleesauren oder kohlensauren Kalk, phosphorsaure Ammoniak-Magnesia, Cystin u. dgl. Theils diese Stoffe, theils andere Substanzen gehen auch in die Constitution der Concremente ein. Diese können entweder in den Nieren oder in der Blase auftreten. Wir haben dann Nierensteine oder Blasensteine. Kleinere Concremente bezeichnete man mit dem Namen des Harngrieses. Die Bildung dieser Steine wird natürlich durch die Ruhe des Urines bei seinem Aufenthalte in der Blase wesentlich begünstigt. Wie aber ein in eine Auflösung gehängter fester Körper den Absatz von Krystallen an ihm begünstigt, so stellen auch bei den Harnsteinen kleinere Concremente, verhärteter Schleim, ein eingeschobener Strohhalm, ein eingebrachter Ohrlöffel u.dgl. den Centralkern dar, um welchen sich dann die eigentliche Innenmasse herumlagert. Um diesen schlägt sich die übrige Substanz nicht selten in mehr oder minder concentrisch schaaliger Schichtung nieder. Die Oberfläche ist dann entweder glatt oder warzig oder zackig u. dgl. Oder mehrere Steine schleifen sich, wenn sie gleichzeitig vorhanden sind, gegenseitig ab. Nur selten erscheinen vollkommene Krystalldrusen. Trotz der Verschiedenheit der chemischen Zusammensetzung, welche diese Concremente darbieten, schwankt doch nur ihr spec. Gew. zwischen 1,213 (Fourcroy) und 2,014 (Scharling) [1]. Ihre Farbe ist in der Regel entweder weiß oder dunkelpurpurroth oder gelb bis braun. In dem ersteren Falle führen sie meist kohlensaure oder phosphorsaure Salze, in dem zweiten kleesaure Kalkerde und in dem dritten Harnsäure oder harnsaure Verbindungen.

Die wesentlichen Körper, welche in die Constitution der verschiedenen Harnsteine eingehen, sind Kieselsäure, Harnsäure, harnsaures Kali, Natron und Ammoniak, kleesaures und benzoesaures Ammoniak, Chlorammonium, kohlensaure, phosphorsaure, kleesaure und harnsaure Kalkerde, kohlensaure und harnsaure Bittererde, phosphorsaure Ammoniak-Magnesia, Thonerde, Eisenoxyd, phosphorsaures Eisenoxyd, Harnstoff, Xanthoxyd, Cystin und einige andere noch nicht genauer bestimmten organischen Substanzen (Scharling). Natürlicher Weise sind es vorzüglich die schwer löslichen Verbindungen, welche in solchen Krankheitsprodukten vorkommen. Wie aber diese Steinbildung an manchen Orten, z. B. der Schweiz, zu den größten Seltenheiten gehört, in anderen Ländern dagegen sehr oft vorkommt [2], so wechseln auch die charakteristischen Bestandtheile der hierher gehörenden Concremente nach den verschiedenen Ländern, den Verhältnissen der Nahrung und der Individualität. Als die häufigsten Bestandtheile des Harngrieses erscheinen vor allem die

---

[1]) E. A. Scharling de chemicis calculorum vesicariorum rationibus. Hauniae. 1839. 4. p. 8.

[2]) Eine sehr gute Arbeit hierüber ist F. E. Windemuth de Lithiasi endemica. Marburgi. 1842. 8.

Harnsäure und nächst ihr der kleesaure Kalk mit oder ohne phosphorsaure Kalk- und Bittererde. Seltener treten (kohlensaure Kalkerde) phosphorsaure Ammoniak-Magnesia, Cystin u. dgl. (Lecanu) auf. Bei den kleineren wie den größeren Steinen aber kann bisweilen auch der Kern andere Verbindungen als die übrige Hauptmasse, als die Rinde enthalten. So z. B. führt der erstere nicht selten Harnsäure nebst harnsaurem und kleesaurem Kalke, die Hauptmasse dagegen nur Harnsäure und die Rinde phosphorsaure Kalk- und Talkerde. Dieses rührt offenbar davon her, daß sich während der allmäligen Bildung des Steines die Ernährungserscheinungen des Individuums geändert haben. Je nach ihren vorherrschenden Bestandtheilen enthalten die Steine meistentheils Harnsäure mit oder ohne Farbestoff des Urines, kleesaure Kalkerde, phosphorsaure Kalkerde und phosphorsaure Ammoniak-Magnesia oder die letztere allein. Man bezeichnet daher dieselben auch kurzweg als Uratsteine, Oxalatstatsteine oder Erdphosphatsteine. Seltener erscheinen als vorherrschende Substanzen reines harnsaures Ammoniak, neutraler phosphorsaurer Kalk, basisch phosphorsaurer Kalk, kohlensaurer Kalk, Proteinverbindungen, Cystin und Xanthin. Die beiden letzteren Stoffe bilden eigenthümliche organische Materien. Das Cystin zeichnet sich durch seinen bedeutenden Gehalt an Schwefel aus und hat zur Formel $C_6 H_{12} N_2 O_4 S_2$ (Thaulow). Das Xanthin oder das Xanthoxyd oder die harnige Säure dagegen ist der Harnsäure nahe verwandt und entspricht $C_5 H_4 N_4 O_2$ (Liebig und Wöhler), enthält also nur 1 Atom Sauerstoff weniger als die Harnsäure.

Viele Einzelbemerkungen über den Urin in verschiedenen Krankheiten finden sich in: A. Becquerel der Urin im gesunden und krankhaften Zustande chemisch-physikalisch und semiotisch-diognostisch betrachtet. Nebst einer Abhandlung über die Bright'sche Krankheit. Deutsch bearbeitet von C. Neubert. Leipzig. 1842. 8. und F. Simon Handbuch der angewandten medicinischen Chemie. Bd. II. Berlin. 1842. 8. S. 369—474. Ueber Harnsteine siehe E. A. Scharling, de chemicis calculorum vesicariorum rationibus. Hauniae. 1839. 4. und Simon a. a. O. S. 540—62.

Bei der Wichtigkeit, welche die Absonderung und Entleerung des 507
Harnes für die gesammten Ernährungsverhältnisse besitzt, muß auch die Störung oder Unterbrechung dieser Secretion für den übrigen Körper von wesentlichem Einflusse sein. Daß eine einzige Niere, wahrscheinlich unter Vergrößerung ihres Absonderungsprocesses, hinreichen könne, um den nothwendigen Harn zu liefern, lehren vorzüglich diejenigen pathologischen Fälle, bei welchen man manches Mal ganz unerwarteter Weise die eine Niere in der Leiche ganz fehlend oder bis zur Größe einer Erbse reducirt fand. Nach der Ausrottung beider Nieren bei Säugethieren fehlt natürlich dem Blute der Weg, auf dem sonst eine große Menge Wasser nebst Harnstoff, Harnsäure, anderen organischen Verbindungen und unorganischen Salzen abgeschieden wird. Es entstehen daher als Ersatz Diarrhö, Erbrechen sehr flüssiger Stoffe, Erguß von krankhaften flüssigen Ausschwitzungen in die verschiedenen serösen Höhlungen des Körpers, vermehrte und wässerigere Gallenabsonderung u. dgl. Bei allem diesen bleibt das Blut flüssiger und verliert leicht seine Gerinnbarkeit. Es wird zur Ernährung untauglich. Es bilden sich Fieber, Störungen des Athmungsprocesses und Anhäufungen von Schleim in den Luftwegen, bis endlich der Tod, wenn er nicht früher schon in Folge des heftigen Eingriffes der Operation selbst eingetreten, durch die krankhaften Ernährungserscheinungen erfolgt. Aus diesen Verhältnissen erklärt sich zugleich, wie zum Theil schon erwähnt wurde, weshalb die Urinsecretion des Menschen so häufig als Compensationsmittel bei so vielen Leiden auftritt, weshalb wir oft weniger harnen, wenn wir viel schwitzen, viel Wasser durch die Perspiration verlieren, warum ein Wassersüchtiger weniger urinirt, wes-

halb wir mehr Harn entleeren, wenn wir mehr Salze abzuführen haben, aus welchem Grunde der Urin der leichteste Abführungsweg ist, wenn wassersüchtige Ausschwitzungen im Körper existiren u. dgl. mehr.

Ueber die zu den Geschlechtsorganen gehörenden Absonderungen siehe die Physiologie der Zeugung.

Ernährung.

508 Von dem ersten Augenblicke seines Entstehens bis zu dem Aufhören des materiellen Lebens ist der Körper des Menschen gleich dem der übrigen organischen Wesen einer Reihe von fortwährenden Veränderungen unterworfen. Die Substanz der Organe erleidet, wenn sie selbst anatomisch und chemisch dieselbe zu bleiben scheint, eine mehr oder minder bedeutende Metamorphose ihrer constituirenden Elemente oder des sie durchtränkenden Fluidum, welches man mit dem Namen der Ernährungsflüssigkeit bezeichnet. Jede Thätigkeitsäußerung ruft wahrscheinlicher Weise den Austritt von hierbei verbrauchten Stoffen hervor. Diese Ausgaben machen aber, wenn der Organismus bestehen soll, ergänzende Einnahmen von fremden, zur Assimilation geeigneten Substanzen nothwendig. Gleichen sich Einnahmen und Ausgaben aus, so können sich zwar die Körpertheile, wenn sich nicht der eine derselben auf Kosten des anderen vergrößert, umsetzen und statt der von ihnen gelieferten verbrauchten Producte neue Verbindungen empfangen. Sie sind aber außer Stande, an Masse zuzunehmen. Dieses vermag zu erfolgen, sobald die Einnahmen die Ausgaben übersteigen. Die Differenz kann sich dann in dem Körper entweder dadurch fixiren, daß sich die einzelnen Organe vergrößern oder daß der Ueberschuß zu einem bedeutenden Theile in Form von Fett abgelagert wird. Nehmen im ersteren Falle ein Organ oder der Körper im Ganzen auf normale Weise zu, so bedingt dann jenes Plus der Einnahmen die Phänomene des Wachsthumes. Werden durch dasselbe verloren gegangene Theile wiederhergestellt, so entsteht der Proceß der Wiedererzeugung oder der Regeneration. Herrschen dagegen die Ausgaben über die Einnahmen, so ist ein Verlust an Körpermasse oder Abmagerung die nothwendige Folge. Alle Erscheinungen, welche auf diese Regulation der Einnahmen und der Ausgaben und die Veränderungen der eignen Körperorgane Bezug haben, gehören in die Ernährungslehre. Man sieht daher leicht ein, daß die gesammten Thätigkeiten des Stoffwandels, ja des ganzen Körpers überhaupt, auf die Nutritionsphänomene zurückwirken müssen. Die letzteren bilden zum Theil die allgemeineren Resultate, welche aus den Einzelheiten der ersteren hervorgehen.

509 Von dem Momente, in welchem in dem noch sehr zarten Embryo der Kreislauf aufgetreten ist, bis zu dem letzten Athemzuge bildet das Blut den Mittelpunkt aller Ernährungserscheinungen. Denn jeder Stoff, welcher in einen Elementartheil des Organismus umgewandelt werden soll, muß zuvor in das Blut übergehen. Aus diesem schwitzt die Ernährungs-

flüssigkeit, von welcher sich die einzelnen Gewebeelemente die ihnen nothwendigen Substanzen entnehmen, aus. Deshalb empfängt dann das Blut die in den Körper übergehenden Stoffe entweder unmittelbar und aus der Ernährungsflüssigkeit der Organe oder durch Vermittelung des Chylus und der Lymphe. Aus diesem Grunde strömt es, sobald es ein Mal durch ein Körperorgan gegangen, von Neuem durch die Lungen, um hier Sauerstoff aufzunehmen und Kohlensäure abzugeben und so wiederum geschickt zu werden, den Ernährungs-, Verbrennungs- und Belebungsproceß des Körpers zu unterhalten.

Bei aller dieser Wichtigkeit des Blutes für die sämmtlichen Ernährungserscheinungen aber bildet dasselbe nur die Mutterflüssigkeit, aus welcher die allgemeinen, zur Erzeugung der einzelnen Gewebtheile nöthigen Stoffe in aufgelöster Form hervortreten. Die Organisation selbst dagegen erfolgt durch die selbstständige Anregung und Mitwirkung der Gewebeelemente. Ein und dasselbe Blutsäulchen, welches in einem bestimmten Capillarnetze momentan kreist, giebt eine Ernährungsflüssigkeit, die eben so gut die benachbarte Zellgewebefaser wie die Epithelialzelle, die Muskelfaser wie die Sehnenfaser erhält und vergrößert oder die Zahl dieser Elemente vermehrt. Jeder dieser einzelnen Gewebtheile zieht durch eine uns noch unbekannte Kraft (§. 13) das für ihn Taugliche an und äußert so eine gewisse Selbstständigkeit, eine Art von eigenthümlicher Wirkung. Daß dieses der Fall sei, beweist die Verbreitungsweise der Capillaren. Je ein feinstes Blutgefäßästchen kommt nicht auf je eine Elementarfaser des Zellgewebes, der Muskeln, der Sehnen, der Nerven, sondern auf eine mehr oder minder bedeutende Anhäufung von einzelnen gleichartigen oder ungleichartigen Gewebtheilen. Wenn daher aus ihm Ernährungsflüssigkeit ausschwitzt, so muß diese dem entsprechenden Quantum von Gewebeelementen dienen. Jedes der letzteren ist angewiesen, sich das Passende aufzusuchen, das Unbrauchbare dagegen zurückzuweisen.

Bevor die Selbstständigkeit der Wandungen der Capillaren entschieden nachgewiesen worden war, konnten noch mancherlei andere Vorstellungen über den Proceß der Ernährung Statt finden. Wir wissen z. B., daß das Blut eine mechanische Mischung von Blutflüssigkeit und Blutkörperchen darstellt. Man vermochte daher anzunehmen, daß die letzteren unmittelbar bei dem Ernährungsprocesse mitwirkten, daß sie sich in dem Parenchyme der Organe ablagerten und entweder unmittelbar oder vermittelst ihrer Kernformationen die einzelnen Gewebeelemente vergrößerten oder von Neuem herstellten (Doellinger, Prevost und Dumas u. A.). Die Form- und Farbenähnlichkeit, welche viele frühe Kernbildungen einzelner sehr junger Gewebe mit den Blutkörperchen des Menschen und der Säugethiere darbieten, wurden sogar noch in neuester Zeit, wo Ansichten der Art nicht mehr dem Stande der Wissenschaft entsprachen, zur Unterstützung solcher Hypothesen gebraucht (Barry). Da wir aber gegenwärtig mit Bestimmtheit wissen, daß die feinsten Blutgefäße überall vollkommen geschlossene Wandungen besitzen, daß durch diese kein festerer Körper, selbst wenn er noch kleiner als ein Blut- oder ein Lymphkörperchen wäre, unaufgelöst hindurchtreten kann, daß sich bei dem normalen Kreislaufe weder eine Continuitätsunterbrechung der Wände der feinsten Blutgefäße, noch eine Auflösung derselben, noch eine Stockung des Blutes einstellt, so fallen alle Theorien der Art von selbst hinweg.

Da die **morphologischen Ernährungsveränderungen** bei der 510
Langsamkeit, mit welcher sie erfolgen, keinen Gegenstand der unmittelbaren,

momentanen Beobachtung bilden, so entgehen uns in dieser Beziehung viele Erfahrungsdetails, welche wir sogar häufig nicht durch theoretische Vorstellungen genügend zu ersetzen im Stande sind. Meistentheils suchen wir die hierbei vorkommenden Erscheinungen auf anatomischem Wege zu erfassen. Wir beobachten die verschiedenen Ausbildungszustände eines Theiles und beziehen alsdann die wahrgenommenen mannigfachen Gestalt- und Größenverhältnisse auf die Differenzen der Bedingungen, unter welchen sie auftreten. Diese Untersuchungsmethode liefert den größten Theil der Resultate, welche bei dem Studium der Neubildung der Gewebe, sei es im Embryo oder im Erwachsenen, zu gewinnen sind.

In dem Körper des ersteren erscheint im Anfange eine einfachere Grundmasse, das Blastem. In diesem bilden sich dichtere Kernbildungen, welche sich entweder innerlich aushöhlen oder von Zellen umgeben werden, oder es entstehen von vorn herein Zellen mit oder ohne Nuclei. Aus diesen allgemeinen Grundformen gehen die meisten, wo nicht alle späteren, bleibenden Gewebeelemente hervor. (Siehe die Physiologie der Entwickelung.) Ersetzt die Natur im Erwachsenen ein verloren gegangenes Gewebe durch Wiedererzeugung oder bildet sie, in einer abnormen Thätigkeit begriffen, neue Theile pathologischer Art, so dienen ihr ebenfalls mehr oder minder ähnliche Grundtypen zur Richtschnur. In Betreff der stabileren Gewebe des Erwachsenen verläßt uns häufig jene Untersuchungsweise fast gänzlich. Wir finden z. B. in den verschiedensten Verhältnissen in den rothen Muskeln desselben Individuum quergestreifte Muskelfasern, in den Nerven gewöhnliche Nervenprimitivfasern u. dgl. Wir haben hier keine deutlich ausgesprochenen fortlaufenden Entwickelungsreihen neben einander, wie wir diese im Embryo so häufig vorfinden. Wir sehen keine scharf ausgesprochenen Gestaltveränderungen, welche wir mit Sicherheit auf die Abnutzung vermittelst der Thätigkeitsäußerungen oder die Wiederherstellung durch den Ernährungsproceß beziehen könnten. Nur da, wo die Gewebeelemente selbst wechseln, treten günstigere Bedingungen ein. So z. B. lehrt uns die vergleichende anatomische Beobachtung, daß sich fortwährend die obersten Epidermidalzellen losschilfern, daß diesem entsprechend in dem Bereiche des malpighischen Schleimes neue Zellen entstehen und die älteren, welche indeß in ihrem Verhornungsprocesse weiter fortschreiten, schichtweise vor sich herschieben. Wo Momente der Art fehlen, da können die anatomischen Beobachtungen nur höchstens einzelne Fingerzeige liefern. Sie verlassen uns z. B. in hohem Grade, wenn wir die Ernährungsveränderungen der einzelnen Muskelfasern studiren wollen. Allein wenn wir einerseits wahrnehmen, daß die Muskelsubstanz durch Uebung an Volumen zunimmt und wenn sich anderseits durch mikrometrische Messungen zeigt, daß die Muskelfasern des kräftigsten Arbeiters im Durchschnitt nicht größer als die des schwächlichsten Mädchens sind, so folgt hieraus indirect, daß die Zahl der Fasern bei dem ersteren bedeutender als diejenige, welche bei dem letzteren existirt, sein müsse.

Den Ernährungsproceß derjenigen Gewebe des Erwachsenen, welche in dieser Hinsicht der unmittelbaren Beobachtung unzugänglich sind, vermag man sich auf zweierlei verschie-

dene Weise, je nachdem man sich die Gewebeelemente variabler oder stabiler denkt, vorzustellen. Entweder nämlich kann man annehmen, daß mit jeder Thätigkeitsäußerung ein Theil der Substanz des Gewebes aufgezehrt wird und in aufgelöstem Zustande in die Ernährungsflüssigkeit übergeht. Aus dieser werden dann auf entsprechende Weise neue Elemente angezogen und in ergänzende Gewebtheile umgebildet. Nach dieser Hypothese müßten die Massen der Organe, wenn sie auch constantere anatomische und chemische Charaktere beibehalten, binnen kurzer Zeit wechseln. Oder man denkt sich die Gewebtheile selbst stabiler und schreibt die Rolle der Thätigkeitsveränderung der durchtränkenden Ernährungsflüssigkeit zu. Hierbei könnte man dann diese Phänomene mit den Verhältnissen vieler Maschinen, welche bei der Beständigkeit ihres Räderwerkes einer fortwährenden neuen Speisung bedürfen, parallelisiren (§. 13). Inwiefern sich Andeutungen für den einen oder den anderen Vorgang vorfinden, werden wir bei Gelegenheit der Ernährung der einzelnen Gewebe kennen lernen.

Die Menge von Blut, welche zu einem Organe fließt, steht mit 511
den Thätigkeits- und den Nutritionserscheinungen desselben in genauestem Zusammenhange. Im Allgemeinen nämlich bedingen es dreierlei verschiedene Grundverhältnisse, daß ein Theil bleibend oder nur für eine gewisse Zeit mit einer bedeutenderen Blutmasse versorgt wird.

Einzelne Apparate müssen deshalb eine größere Quantität derselben aufnehmen, weil ihre Thätigkeit in einer bestimmten Veränderung jener Flüssigkeit selbst besteht. Aus diesem Grunde zeigen die Lungen die größte, die Leber und die Nieren die nächst größeren Capacitäten für Blut. Aus derselben Ursache bietet in dieser Beziehung die Milz noch sehr günstige Verhältnisse dar, während in den cavernösen Körpern der männlichen und weiblichen Geschlechtstheile zwar die Möglichkeit einer größeren Blutfülle gegeben ist, diese jedoch nur unter gewissen, von dem Nervensysteme ausgehenden Bedingungen (s. d. Physiologie der Geschlechtstheile) erfüllt wird. Deshalb reflectirt sich auch jede bedeutendere Vermehrung der Blutmasse leicht in jenen Organen, welche für eine constantere Blutaufnahme berechnet sind. Es geht dann in derselben Zeit mehr Blut durch die Lungen; es wird mehr durch die Nieren ausgeschieden; die Milz vergrößert sich; allein eine Steifung des Gliedes findet aus leicht begreiflichen Gründen nicht Statt. Alle diese Organe aber, welche nicht bloß ihres Ernährungsprocesses wegen so viel Blut erhalten, vermitteln diesen wahrscheinlicher Weise durch eigene, für ihr Volumen keineswegs so äußerst zahlreiche Capillaren. Die Lungen haben in dieser Beziehung ihre Arteriae bronchiales und die Nieren ihre Blutgefäße, welche keine malpighischen Körperchen bilden. Nur in der Milz und den cavernösen Körpern vermissen wir solche Trennungen.

2) Ein Theil empfängt mehr Blut, weil er dessen behufs seiner Thätigkeit und des hierbei Statt findenden regeren Umsatzes der Materie in reichlicherem Maaße bedarf. Deshalb ist der sich zusammenziehende Muskel gefäßreicher als die nur passiv von ihm angezogene Sehne. Aus diesem Grunde vermehrt sich die Zahl der Capillaren in den absondernden Häuten. Dieser Bedingung wegen empfängt die ursprünglich thätige graue Substanz des Gehirns und des Rückenmarkes mehr Blut als die leitende Markmasse dieser Theile. Endlich

3) kann ein Gewebe deshalb eine größere Blutzufuhr nothwendig

machen, weil diejenigen Substanzen, deren es zu seiner Erhaltung und zu seinem Wachsthum bedarf, nur in geringer Menge im Blute vorkommen. An und für hätte der Knochen, welcher entweder nur als passiver Hebel gezogen wird oder als starre Hülle zarterer Theile functionirt, keine größere Blutmenge als die Sehne, das Band u. dgl. nothwendig. Allein sein Inneres wird von sehr reichlichen Blutgefäßen durchzogen, weil die Kalksalze, welche seine vorherrschenden unorganischen Bestandtheile ausmachen, nur in sehr sparsamer Quantität im Blute vorhanden sind. Dieses enthält auf 6,509 bis 6,942 % Eiweiß und 0,210 bis 0,356 % Faserstoff, also auf 6,719 bis 7,298% dieser beiden Hauptproteinkörper nur 0,141 bis 0,210% Erdsalze mit Eisenoxyd. Selbst vorausgesetzt, daß der Knochen die letzteren eben so leicht anzieht, als die Sehne die ihr nothwendigen Proteinkörper, so hat der erstere, um eben so viel Erdsalze für sich zu gewinnen, 3¼ bis 47 Mal so viel Blut nöthig. Mag auch immerhin seine Substanz stabiler sein, so erfordert sie doch in jedem Falle zu ihrer Erhaltung und Wiederherstellung eine bedeutende Blutmasse. Etwas Aehnliches gilt von den Zähnen, deren Zahnsäckchen zahlreiche Gefäße führen, und von den an Aschenbestandtheilen verhältnißmäßig reichen stärker verhornten Gebilden.

Wie aber eine erhöhte Thätigkeit eines Theiles mehr verzehrt, so bedingt sie auch eine vergrößerte Blutzufuhr. Ein Muskel, welcher durch Uebung erkräftigt, erhält daher stärkere Gefäßstämme. Diese finden sich in gleicher Weise in hypertrophischen Theilen, in Organen mit bedeutenden krankhaften Ablagerungen u. dgl. Nicht immer aber kann nur die Größe der ein- oder der austretenden Blutgefäßstämme allein über den Blutbedarf einer Parthie entscheiden, weil auch in dieser Beziehung die Schnelligkeit, mit welcher das Blut hindurchströmt, von wesentlichem Einflusse ist. Sie hängt dann vorzugsweise von dem durch die Capillaren bedingten Widerstande, welcher größtentheils durch die Durchmesser, die Zahl und die Gestalt derselben bestimmt wird, ab. So z. B. muß unter sonst gleichen Verhältnissen in derselben Zeit durch die Marksubstanz eines Knochens bei der Weite und der verhältnißmäßigen Geradheit der Röhren mehr Blut fließen, als durch die Masse eines Muskels, einer Sehne u. dgl.

Das Lagerungsverhältniß der Capillaren und mithin das des durchströmenden Blutes zu den entsprechenden Gewebtheilen ist entweder ein einseitiges oder ein allseitiges. Den ersteren Typus haben wir z. B. bei den Horngebilden, den letzteren bei den meisten inneren, an keinen freien Oberflächen befindlichen Elementen. In der Oberhaut z. B. finden wir eine Reihe von übereinander liegenden Schichten von Epidermidalzellen, von denen diejenigen, welche sich an der Oberfläche befinden, die ältesten, diejenigen, welche an die Lederhaut stoßen, die jüngsten sind, die zwischen ihnen vorkommenden dagegen mittlere Entwicklungsstufen darbieten. Ihre Masse durchziehen keine Blutgefäße. Diese zeigen sich vielmehr erst in der Lederhaut, nämlich in den Tastwärzchen und den zwischen diesen befindlichen Theilen des Corium. Wir haben also hier ein vollkommenes Bild einer einseitigen Anlagerung der ernährenden Gefäße. Umgekehrt wird erst eine Anzahl von Muskelfasern z. B. in den verschiedensten Richtungen von den sie versorgenden Capillaren durchsetzt und umsponnen. Beiderlei Typen sind aber nicht scharf von einander geschieden. Es zeigen sich wenigstens einzelne Mittelbildungen, welche bald in die eine, bald in die andere Form hinüberspielen. Die Krystalllinse z. B. besteht zwar aus einer Menge concentrischer Lagen, welche, wie die Blätter einer Zwiebel, ihren Kerntheil umgeben. Durch ihre Fasern, durch die eigenthümlichen Linsenzellen, welche mit

ihrer Grundflüssigkeit die Morgagnische Feuchtigkeit darstellen, ja durch die Substanz der Linsenkapsel selbst zieht sich kein Blutgefäßnetz. Allein dadurch, daß dieses in der Umgebung der Kapsel am Glaskörper und auf derselben, vorzüglich an der vorderen Kapselwand existirt, hört schon eine vollkommen einseitige Anlagerung auf. In der sogenannten dichten Substanz der Knochen verlaufen die verhältnißmäßig nicht sehr reichlichen Blutgefäße innerhalb der feinen Markkanälchen. Um diese gehen die einzelnen mikroskopischen Knochenlamellen, welche selbst aller Gefäße entbehren, geschichtet herum. Denken wir uns aber z. B. die Oberhaut eines Fingers im Ganzen, so haben wir hier eben so gut eine Reihe von mehr oder minder concentrischen Lagen von Oberhautzellen, wie in der dichten Knochenmasse entsprechende Schichten von blutgefäßlosen Knochenlamellen die Markkanälchen umkreisen. Ein Unterschied besteht allerdings. Allein wir müssen ihn nach dem gegenwärtigen Stande der Wissenschaft von einem höheren, allgemeineren Gesichtspunkte auffassen.

Früherhin bezeichnete man die blutgefäßlosen Gewebe mit dem Namen der nicht organisirten, die gefäßreichen dagegen mit dem der organisirten. Diese Benennung war in so fern unrichtig, als die Organisation nur mittelbar von dem durchströmenden Blute abhängt. Aus ihm stammt die Ernährungsflüssigkeit, gleichsam die Mutterlauge aller Nutritionserscheinungen. Allein die Verarbeitung derselben, die wahre Organisation erfolgt erst durch die einzelnen Gewebtheile selbst. Ein Capillarästchen entspricht nicht einem einzelnen histiologischen Elemente, sondern einer Gruppe solcher Theile. Es muß daher auch die Ernährungsflüssigkeit ein gemeinsames Eigenthum oerselben werden. Verbreiten sich nun die Blutgefäße nur einseitig und strömt so den Gewebtheilen nur ein einseitiger Strom von Ernährungsflüssigkeit zu, so werden diejenigen Theile, welche ihn zunächst empfangen, die größte Auswahl haben. Die entfernteren müssen sich mit demjenigen, was die näheren übrig gelassen, begnügen. Daher sehen wir auch, daß dann die jüngeren Elemente noch Stoffe enthalten, welche den Proteinkörpern des Blutes verwandter sind. Auf diese Weise schreitet z. B. in der Oberhaut, in den Nägeln, den Haaren u. dgl., der Verhornungsproceß um so mehr fort, je weiter die Gewebtheile von der Blutgefäßmatrix entfernt liegen. Die jüngeren Zellen sind reicher an Protein, während die älteren mehr Keratin führen. Bei allseitiger Verbreitung der Blutgefäße befinden sich jene in doppeltem Vortheile. Sie erhalten verhältnißmäßig mehr Ernährungsflüssigkeit, und diese umspült sie von allen Seiten. Es kann daher höchstens in ihnen ein Unterschied von Peripherie und Centrum auftreten. Allein auch dieser wird bei der größeren Menge von Ernährungsfluidum, welches sie empfangen, geringer ausfallen. Daher auch diese Gebilde vorherrschende Mengen von unveränderten Blutbestandtheilen oder ihnen sehr nabe verwandten Materien führen; daher auch der Mangel einer scharf ausgesprochenen Schichtung derselben so häufig existirt. Fehlt aber hier die eine Bedingung, nämlich der proportionell reichlichere Blutzufluß, so wird eine schichtweise Lagerung um so eher hervortreten, je mehr feste Stoffe für ein bestimmtes Gewebe erfordert werden. Die jüngsten Lagen werden wieder von derjenigen Seite ausgehen, von welcher die Ernährungsflüssigkeit zufließt. Auf diese Weise zeigt zwar die Krystalllinse eine weniger einseitige Gefäßverbreitung und eine minder bedeutende Veränderung ihrer Proteinkörper als die Oberhaut. Allein ihre Substanz ist schon geschichtet. Ihre jüngsten Lagen befinden sich zugleich nicht in der Tiefe, sondern an der äußersten Oberfläche. In dem Knochen, der in mancher Hinsicht wegen seines Bedarfes an Kalksalzen immer blutreich bleibt, erzeugen sich auf diese Art die Knochenlamellen, und in der dichten Knochensubstanz sind wiederum, wie die Entwickelungsgeschichte lehrt, diejenigen, welche die Markkanälchen zunächst umgeben, die jüngsten. Mit einem Worte, die einseitige oder die allseitige Gefäßverbreitung gewinnt nur in so fern einen wesentlichen Einfluß, als durch die Zuführung einer geringeren oder größeren Menge von Ernährungsflüssigkeit den Elementen der Gewebe Gelegenheit geboten wird, sich auf eine mehr ungleichförmige oder auf eine gleichartigere Weise zu entwickeln. Nicht die bloße Richtung, sondern auch das gleichzeitig auftretende Quantum von Nahrungsstoffen bedingt die wesentlichsten Unterschiede.

Die Beschaffenheit der Ernährungsflüssigkeit läßt sich durch keine directen Beobachtungen in irgend genügender Vollständigkeit ermitteln, weil wir bei einem bloßen Auspressen der Organe ein mit Blut vermischtes Fluidum erhalten, bei dem Wasserauszuge derselben dagegen die in 512

Wasser löslichen Bestandtheile zugleich mit entfernen. Wir können nur auf indirectem Wege der Schlußfolgerung manche hierher gehörenden Eigenthümlichkeiten kennen lernen. Obgleich uns der Concentrationsgrad der Ernährungsflüssigkeit noch gänzlich unbekannt ist und unzweifelhaft nach Verschiedenheit der Gewebe und der Zustände wechselt, so läßt sich doch wenigstens so viel behaupten, daß er immer geringer als der Dichtigkeitsgrad des Blutes ausfallen müsse. Denn gesetzt, das Ernährungsfluidum wäre aus irgend einer Ursache, z. B. durch Auflösung eines Gewebtheiles concentrirter geworden, so würde bald das Blut diesen Zustand aufheben. Denken wir uns aber die festen Gebilde des Körpers absolut trocken, so müßte ihr Wassergehalt auf Rechnung der durchtränkenden Ernährungsflüssigkeit kommen. Diese Wassermenge würde dann in den verschiedenen Theilen sehr verschieden ausfallen (Siehe §. 30).

In der Regel zeigt sich das Ernährungsfluidum farblos bis schwach gelblich gefärbt. Dieser Mangel an Farbestoff erklärt sich leicht, wenn wir bedenken, daß der größte Theil des färbenden Principes des Blutes an die Blutkörperchen gebunden ist und daß diese ihrer Consistenz und Größe wegen an keiner exosmotischen Ausströmung einen unmittelbaren Antheil nehmen können. Treten dagegen Umstände ein, unter welchen mehr färbende Substanzen in dem Liquor sanguinis aufgelöst sind, so reflectirt sich dieses auch in der austretenden Flüssigkeit. Bei großer Wässerigkeit und geringerem Salzgehalte des Blutes, wo dann die Blutkörperchen einen Theil ihres Farbestoffes an die Blutflüssigkeit abgeben, haben wir auch eine gelblicher gefärbte Ernährungsflüssigkeit. Dieses zeigt sich z. B. bei dem Wasser, welches die Gewebe hydropischer Theile durchdringt. Noch deutlicher erscheint dasselbe in der Gelbsucht, wo bei Unterdrückung des Abzuges durch die Galle das Blut selbst einen Ueberschuß gelben Farbestoffes führt. Bei denjenigen Leiden endlich, welcher mit einer zu großen Flüssigkeit und Auflösung der Blutbestandtheile verbunden sind, wie z. B. bei Faulfiebern, Petechien, Skorbut u. dgl., entstehen in den Organen nicht selten rothe Extravasate, welche in keinem bloßen mechanischen Austritte von Blut durch geborstene Gefäße, sondern in einer chemischen Durchschwitzung einer Lösung, die zu viel Farbestoff führt, ihren Grund haben. Daß die gesunde Ernährungsflüssigkeit Fett, Proteinkörper und Salze enthalte, leidet keinen Zweifel. Das Fett ist in ihr wahrscheinlich wie in dem Blute noch chemisch aufgelöst. Ob aber die Proteinkörper nur aus Eiweiß, welches sich dann ferner umsetzt, oder zugleich aus Faserstoff, Käsestoff u. dgl. bestehen, läßt sich nicht bestimmt entscheiden. Dafür daß auch Fibrin mit ausschwitzen könne, spricht nicht nur der aufgelöste Zustand, in welchem es in dem Blute vorhanden ist, sondern auch die Verfolgung der Entzündungserscheinungen. Hier ist das Blut faserstoffreicher. Zu einer vermehrten Exsudation desselben gesellen sich in der Regel Producte, welche sich bald mehr oder minder organisiren, die aber bisweilen flüssig bleiben und dafür in manchen Fällen, wie das Blut selbst, bei ruhigem Stehen, bei Entfernung aus dem Körper, bei Erniedrigung der Temperatur geronnene Fibrine absetzen. Die Menge und die Beschaffen-

heit der Salze der Ernährungsflüssigkeit ist uns noch fast gänzlich unbekannt.

Betrachten wir nun zuvörderst die morphologischen Ernährungs- 513
verschiedenheiten der einzelnen Gewebeelemente, so müssen wir vor Allem dem Blute unsere Aufmerksamkeit zuwenden. Denn die in ihm befindlichen Blut- und Lymphkörperchen sind keine constanten Gebilde, sondern erleiden ebenfalls mancherlei, freilich noch specieller zu erforschende Ernährungsveränderungen. So weit sie überhaupt in dem Blute existiren, dienen sie wahrscheinlich einerseits dazu, die mechanische Bewegung des Blutes, welche ohnedies schon durch den Kreislauf erfolgt, zu vergrößern, gleichsam molecularer zu machen und auf diese Weise die Auflösung des Faserstoffes und vielleicht auch die Vertheilung einer Portion des reichlich vorhandenen Eiweißes zu unterstützen. Anderseits aber bilden sie vermuthlich (nach C. H. Schultz und Liebig) diejenigen Theile, welche vermöge ihrer Durchtränkung mit Farbestoff bei der Sauerstoffaufnahme in den Lungen vorzugsweise betheiligt sind. Daß sie fortwährende Veränderungen erleiden, daß sich ein Theil derselben in dem Blute wiederum auflösen müsse, läßt sich daraus folgern, daß Chylus und Lymphe immer neue Körperchen dem Blute zuführen und daß daher in diesem, wenn nicht ein entsprechender Verlust durch Auflösung im Plasma oder dem Liquor sanguinis einträte, ein bedeutender Ueberschuß solider Gebilde entstehen müßte. Die wiedergelös'ten Substanzen derselben dienen dann gleich den übrigen der Blutflüssigkeit den Ernährungsthätigkeiten der letzteren.

Die Umbildung der Chylus- und Lymphkörperchen in Blutkörperchen wurde schon früher besprochen (§. 309. vgl. auch Nasse in dem Handwörterbuch der Physiologie von R. Wagner Bd. I. S. 243). Ueber die Metamorphosen der Blutkörperchen im Blute selbst hat C. H. Schultz [1]) eine Reihe von Angaben geliefert, welche jedoch noch durch fernere Beobachtungen ihre definitive Feststellung erhalten müssen. Nach ihm nämlich sollen durch die Einwirkung der Respiration die Kerne immer kleiner werden. Es sollen immer mehr Stoffe durch die Hülle der Blutkörperchen hindurchschwitzen, bis diese zuletzt leere Bläschen darstellen. Endlich lösen sich die letzteren vollständig auf. Die alten Blutkörperchen würden dann vorzüglich im Pfortadersysteme zur Gallenbereitung dienen. Auch nach Henle [2]) bilden sie vor ihrem Verschwinden mit Farbestoff gefüllte Bläschen. Da mir meine bisherigen gelegentlichen Beobachtungen keinen sicheren Fingerzeig irgend einer Art über die Entscheidung dieser Frage gaben und ich überhaupt bei der Kleinheit der Blutkörperchen keinen bestimmten Aufschluß von der Prüfung des Blutes des Menschen und der Säugethiere erwartete, so tödtete ich einen Frosch durch Strangulation und nachfolgendes Eintauchen in Oel, und untersuchte nun vergleichend das Blut in den Capillaren der Leber und in denen der Lungen. In Form und Größe der Blutmolecüle gab sich kein Unterschied irgend einer Art zu erkennen. Während aber die Blutmolecüle in den Lungen ihre Kernbildungen sogleich zeigten, waren die Nuclei in den frischen Blutkörperchen der Lebercapillaren zum Theil unkenntlich, erschienen jedoch nach Einwirkung von Essigsäure sogleich in ähnlicher Art wie in denen der Lungen. Bei enthaupteten Fröschen trat natürlicher Weise gar keine Differenz auf, weil hier durch den bei der Tödtung entstehenden Blutverlust das übrige Blut nachrückt und man so kein reines Leberblut mehr erhält. Jene größere Verhüllung der Kerne im Leberblute, so weit sie überhaupt existirte, hatte wahrscheinlich darin ihren Grund, daß die Blutkörperchen

---

[1]) C. H. Schultz das System der Circulation. Stuttgart und Tübingen. 1836. 8. S. 72. 73.

[2]) Henle allgemeine Anatomie. Leipzig. 1841. 8. S. 458.

mit mehr oder mit dunkelerem Farbestoff durchdrungen waren. Als Beweis für jene angeblichen Ernährungsmetamorphosen sind sie gewiß nicht anzusehen. Ueberhaupt fehlen alle Unterschiede in manchem Pfortaderblute. Wahrscheinlicher Weise aber finden solche Metamorphosen in keinem bestimmten Organe, sondern im Blute überhaupt Statt. Daß die Galle vorzugsweise aus umgesetztem Blute entstehe, wird durch chemisch-physiologische Gründe unterstützt. Allein hieraus folgt noch nicht, daß die Leber, indem sie die Gallenstoffe aus dem Plasma des Blutes auszieht, diese aus den unmittelbar vorher aufgelös'ten Blutkörperchen entnehmen muß.

514 Die vorherrschend unorganischen Ablagerungen, sowohl die Krystalle, als die krystallinischen hierher gehörenden Gebilde, scheinen ebenfalls mehrfachen Ernährungsmetamorphosen unterworfen zu sein. Die Gehörsteinchen sind in dieser Hinsicht zu wenig untersucht, als daß sich hierüber etwas Näheres angeben ließe. Allein die Kalksäckchen der Frösche, welche gleich den Otolithen des Menschen Anhäufungen von Kryställchen kohlensauren Kalkes enthalten, zeigen so viele von äußeren Zufälligkeiten abhängende Modificationen ihrer Größe und Ausdehnung, daß man unmittelbar zur Vermuthung geleitet wird, daß ihre Bildung mit der Nahrung des Thieres in sehr genauem Zusammenhange stehe. Der Zustand der Geschlechtsentwickelung dagegen scheint keinen wesentlichen Einfluß auszuüben. Denn im Frühjahre findet man jene Säckchen in weiblichen Fröschen, deren Eierstöcke mit Eiern strotzend gefüllt sind, bald sehr klein, bald dagegen von so bedeutendem Umfange, daß sie an einzelnen Stellen zu je zwei zusammenstoßen. Die krystallinischen Kugeln, welche z. B. den Hirnsand des Menschen bilden, legen sich um ihren Kerntheil Schicht für Schicht an. Selbst ihre einseitigen Fortsätze sind mehr oder minder lamellös. An manchen Stellen erscheint ein einzelner mehr kugelartig geformter Tropfen. Bei dieser schichtweisen Umlagerung können dann später mehrere Kerne oder mehrere Kugeln von einer Ringlage, welche die gleichartige Bildung nachfolgender ähnlicher Schichten bedingt, umgossen werden. Die Ursache dieser Erscheinungen liegt wahrscheinlich darin, daß zu verschiedenen Zeiten eine verschiedene Menge unorganischen Vergrößerungsmateriales dargeboten wird. Bei vielen krankhaften Concretionen treten ähnliche Verhältnisse auf. Bei anderen dagegen bietet die ganze Masse keinen Bau der Art dar.

515 Das mechanisch in unserem Körper abgelagerte Fett bildet denjenigen Gewebtheil, dessen Menge nach Maaßgabe der Ernährungszustände am meisten wechselt. Die Vergrößerung des Körperumfanges, welche in Folge einer gut gelingenden Mästung eintritt, beruht größtentheils auf einer vermehrten Ablagerung von Fettzellen, welche fast an jedem disponiblen Orte des Organismus auftreten können. Der Grund der so bedeutenden Variabilität dieses Gewebtheiles liegt in den chemischen Nutritionserscheinungen, welche bei diesen erläutert werden sollen. Morphologisch gestalten sich diese Verhältnisse auf verschiedene Weise. In unserem Organismus kommt das mechanisch abgelagerte Fett, wenn es kein Absonderungsproduct, wie in den Hautdrüsen ist oder keinen Mengungsbestandtheil, wie z. B. in dem Speise- und Darmbrei darstellt, nie ganz frei vor. Denn das Oel z. B., welches die Haare durchtränkt, gehört noch in die

Kategorie der Secrete oder der Nebensubstanzen, welche die Bildung der Hornmasse begleiten. Das Fettgewebe besteht immer aus Fettzellen. In diesen hält eine sehr dünne Zellenhaut den Fettinhalt, welcher bei der Temperatur des lebenden menschlichen Körpers mehr oder minder flüssig ist, zusammen, damit nicht eine größere Oelmasse die Gewebe durchsetze (siehe §. 43). Nur die zarte umhüllende Membran ist wahrscheinlicher Weise stickstoffhaltig. Alles Andere wird von dem stickstofflosen Fette in der Regel ausgefüllt. Die einzelnen Zellen bilden von reichlichen Capillarnetzen umsponnene Anhäufungen, die von einer bloß mikroskopischen Wahrnehmbarkeit bis zur Dicke von mehren Zollen schwanken können. Im Normalzustande setzt sich das Fett vorzugsweise nur da ab, wo es auch functionell einen bestimmten Zweck erfüllen soll (§. 43), oder wo dessen Ausscheidung aus dem Blute besonders begünstigt wird. Der letzteren Ursache wegen finden wir es z. B. nicht selten in der Nähe und auf der Oberfläche der Blutgefäße oder in der Nachbarschaft von normalen fetthaltigen Gewebtheilen, wie z. B. zwischen den Nervenbündeln.

Bedingt dagegen die Nahrungsweise eine größere Fettanhäufung, so vermehrt sich diese zunächst an denjenigen Stellen, an welchen schon im Normalzustande mehr Fett angetroffen wird. Vor allem vergrößert sich daher das subcutane Fettgewebe und erzeugt auf diese Art eine größere Fülle und Ründung der äußeren Körperform. Auch das interstitielle Zellgewebe der inneren Organe nimmt Fett auf. Wir finden dieses dann besonders im Gekröse und Netze, in der Nähe der Leber, in der Nierenkapsel, am Herzen u. dgl. Fehlen dagegen in der Nahrung kohlenstoff- und wasserstoffreiche Substanzen, welche die zur Perspiration unerläßlichen Producte, nämlich Kohlensäure und Wasser, liefern könnten, so dient das aufgesparte Fett zu diesem Zwecke. Es tritt Abmagerung ein. Hierbei gehen die Fetttraubchen nach und nach verloren. Hat z. B. bei Zehrfieberkranken der Abmagerungsproceß seinen höchsten Grad erreicht, so finden wir in dem sehr sparsamen röthlich gelben Fette unter der Haut nicht immer vollständige runde Fettzellen, sondern sphärische oder polygonale Zellen, welche einen Kern führen und in ihrem übrigen Inhalte nur einzelne zerstreute Oeltropfen darbieten. Mit dem Verschwinden des Fettes vergehen auch die Zellen, welche dasselbe früher einschlossen.

Gleich dem Fette existirt das körnige Pigment immer in Zellen, 516
welche jedoch bald rund, bald polygonal, bald verästelt sind und häufig noch nuclei enthalten, obgleich auch die Substanz von diesen mit der Ausbildung der Pigmentmolecüle in einem gewissen umgekehrten Verhältnisse zu stehen scheint. An einzelnen Stellen, wie z. B. an der Traubenhaut, der Aderhaut und in dem Ciliarsysteme des Auges kommt ihm ebenfalls eine bestimmte functionelle Bedeutung zu (siehe §. 92 und die Physiol. des Auges). An vielen anderen Punkten ist es nur ein durch die Ernährungsverhältnisse entstandenes Nebenproduct, welches in vieler Hinsicht dem Fette parallel geht. Beide erscheinen gern an den Wandungen der Blutgefäße. Beide treten häufig als Begleiter der Horngebilde auf (§. 122). Beide erzeugen sich leicht in krankhaftem Uebermaaße und bilden sich häufig in

und zwischen pathologischen Geweben, in entarteten Drüsen und dgl. Eine reichlichere Ablagerung von körnigem Pigment, welches auch dann noch in der Regel als Zelleninhalt erscheint, erzeugt die Melanose, welche nicht sowohl eine selbstständige Krankheitsform, als ein Nebenresultat anderer pathologischer Processe darstellt. Die Färbungen, welche durch aufgelös'te Farbestoffe entstehen, sind, so weit sie die festen Theile betreffen, wahrscheinlicher Weise erst secundäre Producte. Denn daß selbst das färbende Princip der Muskeln nicht unmittelbar von dem des Blutes herrühre, beweis't die Farblosigkeit der Ernährungsflüssigkeit derselben. Diese Ansicht wird aber noch dadurch unterstützt, daß manche ganz blasse Muskeln von Reptilien und Fischen bisweilen in Folge der Maceration hochroth werden. Die Färbung erscheint in kräftigen Muskeln intensiver als in schwachen und abgezehrten.

517 In der Epidermis haben wir gewissermaßen den reinsten Typus für diejenigen Metamorphosen, welche in einem geschichteten, einseitig mit Blut versorgten Gewebe durch den Ernährungsproceß vor sich gehen. Die ganze Oberhaut besteht aus Lagen von Epidermidalzellen, welche den durch die Tastwärzchen bedingten Erhebungen und Einsenkungen der Lederhaut mehr oder minder folgen und mit der Dicke der Epidermis auch an Zahl zunehmen. Die äußersten Oberhautzellen tragen die Charaktere der höchsten Entwickelungsstufen. Nur locker unter einander verbunden, bilden sie platte Blättchen, welche sehr stark verhornt sind und bald keinen Kern mehr, häufig dagegen einen hellen oder sogar noch einen körnigen nucleus erkennen lassen. In den tiefer liegenden Schichten werden die Zellen inniger an einander geheftet. Sie selbst erscheinen weniger in Blättchenform und in geringerem Grade verhärtet. Sie führen Kerne, welche mehr Substanz darbieten. In der Nähe des sogenannten malpighischen Schleimes dagegen haben wir polygonale bis runde Zellen, mit hellem Inhalte, ohne Verhornung und mit Blutkörperchen ähnlichen Kernen, welche relativ um so größer sind, einen je geringeren Entwickelungsgrad die Zelle selbst erreicht hat. Auf einem senkrechten Oberhautdurchschnitte haben wir auf diese Weise eine Entwickelungsgeschichte dieser Epidermidalzellen.

Die in der Lederhaut verlaufenden Blutgefäße schwitzen die Ernährungsflüssigkeit aus. In dieser entstehen Kerne und Zellen. Die letzteren, welche durch Intercellularsubstanz mit einander verbunden werden, verhornen allmählig, werden blättchenartig, geben ihren Zusammenhang auf und schilfern sich dann durch leichtere mechanische Momente los. Durch zufällige Reibung, durch das Waschen und dgl. entfernen wir diese ältesten und oberflächlichsten Epidermidalblättchen. Binden wir uns einen gesunden Finger mehrere Tage zu, so finden wir sie in Form eines Mehles in dem Verbandstücke. Durch den Abgang der ältesten Oberhautblättchen rücken die nächst folgenden, welche indeß in ihrer Verhornung mehr oder minder fortgeschritten, an die Oberfläche, um später dem gleichen Schicksale der Loßstoßung zu verfallen. In der Tiefe des malpighischen Schleimes entstehen neue Zellen, welche die schon vorhandenen vorschieben. Auf diese Weise wird die Oberhaut binnen kurzer Zeit eine andere, und der gesunde

Organismus ist so in einer fortwährenden, nur mikroskopischen Häutung begriffen. Selbst durch Mangel an Nahrungsmitteln wird dieser das ganze Leben hindurch dauernde Proceß nicht aufgehoben.

Dieser Hautabschuppungsproceß wird durch mancherlei krankhafte Verhältnisse nicht selten gestört. In Folge von localen Hautreizen, welche sich mit Entzündungszuständen derselben verknüpfen, schwitzt leicht aus den Capillaren der Lederhaut eine Ernährungsflüssigkeit aus, die mehr die Beschaffenheit eines serösen Fluidum hat und zur Bildung von Kernen und Zellen nicht geeignet ist. Es sammelt sich dann eine solche zu wässerige und mehr Salze führende Lösung unter der Oberhaut an, hebt diese empor und wird entweder durch Berstung des letzteren entleert oder später nach und nach wiederum aufgesogen. Diesen Gang finden wir z. B. nach der Einwirkung eines Cantharidenpflasters, nach verhältnißmäßig leichteren Verbrennungen u. dgl. Oder eine ausgedehntere Hautentzündung veranlaßt eine verstärkte Hautabschuppung. Da aber dann viele Epidermidalzellen zu rasch zur Losstoßung kommen, so sind sie bei ihrer Entfernung vom Körper zu wenig verhornt und haften vorzugsweise noch inniger aneinander. Sie gehen daher nicht bloß in kleinen Schüppchen, sondern auch in größeren Lappen fort, so daß sich z. B. die Oberhaut der Hand nach Art eines Handschuhes abziehen läßt. Diese Fälle sehen wir nach überstandener Hautrose und vorzüglich nach acuten Hautausschlägen, wie z. B. Scharlach, Masern und dergl.

Jede anhaltendere Stockung des Blutes in der Haut, welche mit einer vermehrten Ausschwitzung von Ernährungsflüssigkeit verbunden ist, kann ebenfalls zu einer verstärkten Bildung von Epithelialzellen und zu einer lebhafteren Losstoßung derselben Veranlassung geben. Hierbei erreichen sie dann nicht selten bedeutendere Entwickelungsstufen, gehen daher in kleinen Schüppchenanhäufungen hinweg und machen so die Haut rauher, während die Epidermis unter ihnen oder bei früherer Entfernung der Zellen wegen der innigeren Aneinanderheftung der jüngeren Bildungen glatter erscheint. Aus diesem Grunde haben wir z. B. eine vermehrte Abschuppung der Art bei heilenden Wunden, in der Nähe großer Narben, bei chronischen Hautausschlägen u. dgl. Diese Processe können sich dann endlich so sehr verstärken, daß die krankhaft ernährte Oberhaut, wie wir dieses bei Elephantiasis und Ichthyosis u. dgl. wahrnehmen, große dicke Krusten bildet und eine höckerige oder schuppige Beschaffenheit der gesammten Hautoberfläche verschafft. Ueber die Schimmelbildung bei Hautausschlägen s. §. 127.

Die inneren Epithelien bieten zum Theil ähnliche, zum Theil an- 518
dere Erscheinungen wie die Epidermis dar. Das Epithelium der Mundhöhle z. B. schilfert sich in analoger Weise wie die Oberhaut los. Jeder Tropfen Speichel enthält eine größere oder geringere Menge dieser unaufhörlich abgehenden Blättchen. In den verschiedenartigen Zungenbelegen häufen sie sich leicht zu größeren Massen. Minder oft scheinen schon die einfacheren inneren Pflasterepithelien, z. B. die der serösen Häute, zu wechseln. Wir finden zwar in den meisten serösen Flüssigkeiten einzelne Epithelialblättchen. Allein einerseits fehlt etwas der Art wahrscheinlicher Weise im Leben und ohne künstliche Verhältnisse, und anderseits kann die Metamorphose, selbst wenn sich die Epithelialblättchen in der umgebenden Flüssigkeit rasch aufzulösen vermöchten, nicht so schnell erfolgen, weil hier keine hinreichend häufigen Vorbereitungsschichten existiren. Dasselbe gilt von den einfach gelagerten Epithelial- und Flimmercylindern. Die mehrfach geschichteten Bildungen der beiden letzteren Kategorien können sich wenigstens rascher erneuern. Dagegen wissen wir mit Bestimmtheit, daß einzelne Epithelien in Folge normaler oder krankhafter außerordentlicher Processe entfernt, später aber bald wiederum ersetzt werden. Das Flimmerepithelium der Gebärmutter z. B. geht durch die Menstruation zu Grunde, er-

scheint aber dann von Neuem vollständig. Das der Nasenhöhle, der Luftröhre wird bei Katarrh der Schleimhäute dieser Theile losgestoßen. Während der Fortdauer des Leidens kommt es nur zur Bildung krankhafter Epithelialformationen. Erst nach dem Aufhören des abnormen Zustandes tritt ein neues regelrechtes Flimmerepithelium hervor. Mit den Excretis der Cholera wird eine sehr große Anzahl von Epithelialcylindern der Darmschleimhaut entfernt. Dasselbe findet schon in geringerem Grade bei sehr heftigen Durchfällen, Ruhren und dgl. Statt. Einzelne dieser Epithelien endlich ändern sich in Folge gewisser Entwickelungszustände. Die Oberfläche des sehr zarten und kleinen Dotters (der Säugethiere) flimmert. Die Bewegung bringt die geringe Masse des Vitellinarkörpers in rotirende Bewegung (Bischoff). Der spätere Dotter oder die spätere Umhüllung desselben zeigt nichts der Art. Das Flimmerepithelium der weiblichen Geschlechtstheile fehlt bei kindlichen Individuen, während das des Gehirnes und des Rückenmarkes, der Nasenhöhle und der Athmungsorgane schon bei sehr zarten Embryonen auftritt. Ob das leichtere Erscheinen des Flimmerphänomenes in den Adergeflechten des Fötus hierher gehöre oder nicht, ist noch unbekannt.

519 Die beiden compakteren Horngebilde des menschlichen Organismus, die Nägel und die Haare, zeigen ähnliche durchgreifende Ernährungsmetamorphosen wie die Oberhaut, d. h. ihre älteren Elemente werden durch jüngere fortgeschoben und endlich bei den meisten civilisirten Völkern durch das Messer entfernt. Ihre Substanz wird daher ebenfalls früher oder später eine andere. Auf welche specielle Weise dieser Proceß bei dem Nagel erfolge, ist noch nicht hinreichend erforscht. Offenbar nämlich stellt die Nagelsubstanz eine eigenthümliche, in ihrem Verhornungsprocesse weiter fortgeschrittene Epidermidalmasse dar. Ihre Hornzellen, welche in frischem Zustande nicht isolirbar sind, werden durch Schwefelsäure oder kaustisches Kali kenntlich gemacht. Ihre Matrix bildet ebenfalls die Lederhaut, deren Tastwärzchen hier nur in longitudinale Reihe gestellt sind. Indem sich nun die Nagelmasse zwischen den auf diese Art zu Stande kommenden Längserhabenheiten hineinsenkt, resultiren jene Längsblätter an der Unterfläche des Nagels, welche das longitudinal gestreifte Aussehen desselben bedingen. Die Matrix selbst aber zerfällt in einen Flächentheil, welcher unter dem Nagel liegt und in einen Wurzeltheil, welcher sich an dem hinterm Ende desselben befindet. Da beide Parthieen, welche übrigens unmittelbar in einander übergehen, Blutgefäßschlingen in reichlichster Menge enthalten, so müssen beide Ernährungs- und Bildungssubstanz für den Nagel abgeben.

So weit kann noch eine vollständige Parallele mit der Oberhaut gezogen werden. Allein während sich diese an ihrer Oberfläche mehr oder minder schichtweise losschuppt, findet dieses bei dem Nagel nicht Statt. An den einzelnen weißen Flecken, welche dieser bisweilen darbietet, können wir deutlich sehen, daß die Nageltheile immer weiter nach vorn geschoben werden, bis sie endlich, hier frei geworden, dem Messer verfallen. Ein Substanzverlust, der zufälliger Weise nur hier Statt findet, ersetzt sich

nicht. Hiernach könnte es scheinen, als werde in ähnlicher Weise, wie bei den Haaren nur an dem Wurzeltheile neue Masse abgelagert, und so das Aeltere in der Richtung von hinten nach vorn fortbewegt. Dann könnte aber der vorderste Nageltheil nicht stärker als die Wurzelpartie sein. Denn eine Verdickung der einzelnen Nagelzellen findet nicht Statt. Es muß daher jedenfalls der Flächentheil der Nagelmatrix ebenfalls Hornsubstanz absondern. Geschieht dieses und erfolgt nichts desto weniger keine Flächenabschuppung, so kann man sich dasselbe kaum auf andere Weise vorstellen, als daß sich die letztere Nagelsubstanz allmählig schief richtet und so nur die Dicke der Nagelmasse vergrößert. Allein auch in dieser Beziehung entsteht die Dunkelheit, weshalb die Stärke des Nagels nicht in gleichem Verhältnisse der Flächenabsonderung des Nagelbettes zunimmt. Künftige Erfahrungen müssen in dieser Beziehung noch lehren, ob durch die Matrixfläche eine andere quantitative oder qualitative Ausscheidung erfolgt oder ob der fortschreitende Verhornungsproceß der Nagelsubstanz eine solche Verdünnung der Nagelblättchen bedingt, daß dadurch die sonst nothwendige bedeutendere Dicke der Nagelfläche ausgeglichen wird. Für die letztere Annahme, welche noch durch die anatomischen Verhältnisse unterstützt wird, spricht auch der Umstand, daß der Nagel bei krankhafter Beschaffenheit oder Verstümmelung der Matrix leicht uneben, höckerig und schuppig wird. Nach Entzündung und Verwachsung des Nagelfalzes wächst der Nagel nicht mehr nach vorn heraus [1]). Ob überhaupt das Hervortreten des Nagels, wenn dieser nicht geschnitten wird, eine bestimmte Grenze findet, steht dahin.

Bei einzelnen Hindernissen des Athmungsprocesses, wie z. B. bei der Blausucht, bei Schwindsüchtigen, ändert sich leicht die Form der Nägel. Diese werden dann auf eigenthümliche Art kreisflächig gebogen. Sehr lang gehaltene Nägel haben bisweilen eine Neigung sich zu krümmen und vorzüglich bei einzelnen Individuen in das Fleisch hineinzuwachsen. Das bloße Abschneiden des Nagels hilft dann in der Regel nicht. Es wird vielmehr in diesem Falle die so schmerzhafte Operation der theilweisen oder gänzlichen Abtragung der Nagelsubstanz von der Matrix nothwendig.

Die Haare zeigen, deutlicher noch als die Nägel, die Erscheinungen 520
einer einseitigen Ernährungsmetamorphose. Von der Matrix, welche durch die Haarzwiebel mit ihren Blutgefäßen dargestellt wird, geht die Ablagerung neuer Zellen aus. Diese schieben allmählig den Haarschaft immer weiter und weiter vorwärts. Die Angabe, daß abgeschnittene Haare an der Spitze von Neuem wachsen, beruht wahrscheinlich auf einer Verwechselung verkürzter Haare mit neu erzeugten. Obgleich aber so der neue Stoff nur von der Matrix geliefert und von hier aus durch immer sich erneuernde Ablagerungen fortgeschoben wird, so erleiden doch die Elemente des Haarschaftes selbst noch eine Reihe selbstständiger Veränderung. Die Zellen, welche in der Nähe der Matrix liegen, metamorphosiren sich in viererlei verschiedenartige Gebilde, nämlich 1) in die dünnen Ephidermidalblättchen, welche die äußere Oberfläche des Haares bekleiden; 2) die

[1]) Henle a. a. O. S. 274.

Blättchen, welche die scheinbare Fasersubstanz der Rinde zusammensetzen; 3) die kleinen Pigmentzellen, welche so häufig in der Rindenmasse zerstreut sind, und 4) die Pigmentzellen des Markes. Die eigenthümlichen Hornzellen des letzteren scheinen, wenn sie überhaupt in dem menschlichen Haare constant sind, mit den Rindenblättchen einerlei Ursprung zu haben. Möglich ist auch noch, daß der Epidermidalüberzug von der Wurzelscheide aus gebildet wird [1]).

Auf diese Weise verlängern sich die Haare an verschiedenen Körperstellen in verschiedenem Maaße und erreichen vorzüglich am Kopfe bei dem weiblichen Geschlechte eine bedeutendere Länge als bei dem männlichen. Wie bei den Nägeln, so tritt auch bei den Haaren im Allgemeinen das Gesetz ein, daß eine häufige Verkürzung derselben ihr Wachsthum befördert und daß dieses noch eines der wenigen besseren Mittel gegen das Ausfallen derselben darstellt.

Die Ursachen dieser Selbstentfernung der Haare sind noch größtentheils unbekannt. Nicht selten erscheint sie mit einer vermehrten Epidermidalabschuppung verbunden, als habe die Haut zwar nicht Kraft genug, um die bedeutendere Hornmasse des Haares herzustellen, dagegen noch einen Ueberschuß von Substanz, um mehr Oberhaut als gewöhnlich zu liefern. Neben dieser krankhaften Verödung der Haare existiren auch wahrscheinlicher Weise normale, durch die Entwickelungszustände bedingte Losstoßungsprocesse derselben, durch welche einzelne Hautstellen kahler werden oder nur mit vereinzelnteren kleineren Haaren versehen bleiben (Eschricht)[2]). Neugeborene Kinder, welche ihre Oberhaut wechseln, verlieren auch leicht ihre anfänglichen Haare, um sie durch neue zu ersetzen.

Sehr mannigfaltige Variationen und zeitliche Veränderungen bietet noch die Färbung der Haare dar. Obgleich sowohl die Mark- als die Rindensubstanz derselben nicht selten zahlreiche Pigmentzellen führen, so ist doch die Hauptmasse des färbenden Principes an die Blättchen der Rindensubstanz chemisch gebunden. Diese erscheint unter dem Mikroskope bei blonden Haaren mehr oder minder gelb, bei rothen röthlich bis röthlich braun, bei braunen und schwarzen heller oder dunkeler braun bis schwärzlich und bei grauen grauweiß. Daß diese Färbungen sich leicht ändern, daß sie an einem und demselben Individuum verschieden sein können, daß sie häufig bei kleinen Kindern sehr hell sind und in der Folge dunkeler werden, daß sie früher oder später endlich ergrauen, lehrt die tägliche Erfahrung. Allein aus welchen Ursachen und unter welchen chemischen Verhältnissen dieser Farbenwechsel eintrete, ist noch gänzlich unbekannt. Da das Ergrauen der Haare häufig an der Spitze anfängt, so muß dieser Proceß durch gewisse selbstständige Umänderungen der Hornsubstanz zu Stande kommen. Daß kein Bleichen derselben durch eine von der Haut ausgedünstete Materie Statt finde (Vauquelin), wird dadurch angedeutet, daß nicht ganze Haargruppen, welche bestimmten Hautstellen entsprechen, sondern nur einzelne Haare, ja bloße Theile derselben zu ergrauen anfangen. Da, wie wir früher sahen (§. 122), das so kohlenstoffreiche Pigment aus einer Combination von Horn, Fett und Sauerstoff hervorgehen kann, so wäre es möglich, daß das Grauwerden der Haare mit einem Mangel einer Zufuhr von Fett oder Oxygen zu der Wurzelscheide verbunden wäre.

521 Ueber die Ernährungsmetamorphosen der Krystalllinse mangeln uns alle sicheren Kenntnisse. Die anatomische Beobachtung lehrt zwar, daß die morgagnische Feuchtigkeit aus Zellen, welche an embryonale Linsenzellen erinnern, besteht, daß die Linsenfasern um so härter und feiner werden, je näher sie dem Kerne liegen und daß nach den im Embryo und bei der Wiedererzeugung der Linse im Erwachsenen gemachten Studien eine grö-

[1]) Henle a. a. O. S. 308.
[2]) Müller's Archiv. Jahrg. 1837. S. 47.

ßere Dichtigkeit und Feinheit derselben auch ein Zeichen ihrer vorgerückteren Ausbildung darstellt. Allein selbst mit diesen Beobachtungen können beiderlei entgegengesetzte Annahmen in Einklang stehen, nämlich 1) die Linsensubstanz bleibt stabil und bietet nur von ihrem Centrum bis zu ihrer Peripherie eine Reihe verschiedener Entwickelungsstadien ihrer Gewebeelemente dar. Oder 2) wir haben hier wiederum den Ausdruck einer fortgesetzten Ernährungsmetamorphose. In der morgagnischen Feuchtigkeit erzeugen sich neue Linsenzellen, die Basis späterer Linsenfasern, während im Centrum alte verbrauchte Elemente der Art durch Auflösung davongehen. Spricht auch die embryonale Analogie der Linsensubstanz mit der Epidermis für die letztere Hypothese, so steht dieser doch wiederum entgegen, daß wir gar keinen Fingerzeig für die Vernichtung der von allem Gefäßsysteme entferntesten Centralfasern besitzen; denn selbst der Vorstellung, daß die neu anschießenden und die sich ferner ausbildenden tieferen Linsenfasern die centralen durch Druck zur Resorption bringen, ist, wie die anatomischen Verhältnisse lehren, entschieden unrichtig. Alle neuen Formationen hätten weit eher Raum genug, den Zwischenraum zwischen Linse und Kapsel, den sonst die morgagnische Feuchtigkeit einnimmt, auszufüllen. Entweder ist daher die erstere Ansicht die richtigere, oder es unterliegt die Auflösung der ältesten Linsenfasern einem allgemeinen, jedoch nicht bestimmt nachweisbaren Gesetze, daß die ausgebildeten Gewebeelemente, nachdem sie einen gewissen Lebenscyclus durchlaufen, dem Tode durch Verflüssigung anheimfallen.

Dieselbe Ungewißheit, welche die Verhältnisse der Krystalllinse übrig 522
lassen, kehrt auch bei dem Umhüllungsgewebe wieder. Wir finden hier Kerne, Fasern mit Kernen, solche ohne Nuclei und durchsichtige Membranen neben einander. Wir haben mithin eine Reihe von Entwickelungszuständen, die entweder als solche verharren können und als der Ausdruck einer fortwährenden Metamorphose zu erscheinen vermögen. Wie dem aber auch sei, so bilden diese Elemente wahrscheinlicher Weise keine Vorläufer der Ernährungsmetamorphose derjenigen Gewebtheile, welche von der Umhüllungsformation eingeschlossen werden. Die durchsichtige Hülle z. B., welche eine oder mehrere quergestreifte Muskelfasern einschließt, könnte nach Allem, was wir von der embryonalen Entwickelung dieser Theile wissen, ohne bedeutende Abweichung von den gewöhnlichen Bildungsvorgängen in keine Muskelfäden übergehen.

Bei dem Fadencylindergewebe fehlen uns alle sicheren Thatsa- 523
chen, welche wenigstens eine raschere Ernährungsmetamorphose andeuteten. Die Primitivfäden des Zellgewebes, der Sehnen, der Bänder und dgl. sind so dünn, daß wir mit Sicherheit keinen Unterschied zwischen Peripherie und Centrum derselben zu erkennen vermögen. Bei den quergestreiften Muskelfasern treten eher Differenzen der Art hervor. Die peripherischen Fäden erscheinen nicht selten in Perlschnurform, während die centralen einfacher bleiben oder selbst die Gestalt einer gallertigen Masse simuliren. Jene machen eher den Eindruck einer jüngeren, kräftigeren, diese den einer älteren, schwächeren, in Auflösung begriffenen Generation. Embryonale Stadien der Fäden an der äußersten Oberfläche sind hier noch

nicht nachgewiesen worden. Allein auch im Embryo sehen wir einfache Muskelfäden unmittelbar anschießen, ohne daß wir bei ihrer Feinheit über ihre speciellere Entstehungsweise genaueren Aufschluß erhielten. Fände hier eine anhaltende Ernährungsmetamorphose der Formtheile Statt, so müßte die von den umspinnenden Kapillaren ausschwitzende Ernährungsflüssigkeit zuerst an die Peripherie der Muskelfaser gelangen, hier die neuen Fäden absetzen und mit dem Ueberreste die tieferen ernähren, während die centralen als die ältesten immer gallertiger und zuletzt aufgelöst werden. Auch hier wären dann diejenigen Bildungen, welche den Blutgefäßen am nächsten liegen, die Producte der neuesten Bildung.

Bei den Nervenfasern verlassen uns die Thatsachen in noch höherem Grade als bei den Muskelfasern. Anatomische Beobachtungen deuten darauf hin, daß der centrale Theil der Nervenfasern dichter als der peripherische sei. Betrachten wir den halbflüssigen Zustand als denjenigen, welcher die Leitung der nervösen Reize am leichtesten übernimmt, so ist vielleicht jene größere Dichtheit im Centrum ein Ausdruck des Verbrauchten, Abgenutzten. Allein sein Vergehen würde in diesem Falle nur noch räthselhafter. In den Nervenkörpern stoßen wir zwar auch auf jüngere Entwickelungsstadien neben älteren, ohne daß jedoch bestimmte Beweise einer rascheren Ernährungsmetamorphose dieser Elemente selbst vorlägen.

524 In den Knorpeln fehlen, wenn wir von dem durch die nachembryonale Entwickelung derselben gebotenen Umsatze in Knochensubstanz absehen, alle Erscheinungen, welche eine Gewebeumänderung nothwendig beweisen. Die verschiedenen Entwickelungsstadien der Knorpelkörper, welche wir neben einander vorfinden, können eben so gut der bleibende Ausdruck verschiedener erreichten oder veränderlichen Ausbildungsgrade sein. Dagegen deuten physiologische Versuche darauf, daß in den Knochen und den Zähnen eine anhaltende, die Gewebtheile betreffende Ernährungsmetamorphose Statt finden könne. Füttert man Hühner (oder Tauben) anhaltend mit Getreidekörnern, welche keine Steinchen beigemengt enthalten, so entsteht mit der Zeit eine solche Verdünnung der Knochensubstanz, daß bei der geringsten Anstrengung Extremitätenknochen brechen, und daß die Crista des Brustbeines, wie wenn sie knorpelig wäre, beweglich wird. Versieht man dagegen die Thiere mit etwas kohlensaurer Kalkerde, so heben sich diese Uebelstände (Chossat)[1]. Fände kein Umsatz der Knochen und keine allmählige Aufsaugung ihrer Kalksalze Statt, so wären diese Thatsachen weniger erklärbar, obgleich auch unter jener Voraussetzung noch zu erörtern bleibt, weshalb schon der kohlensaure Kalk allein als Heilmittel zu wirken vermag. Denn die Knochen des Huhnes enthalten auf 10,4% dieser Kalkverbindung 88,9% phosphorsaure Kalkerde (Barros)[2].

Schon bei künstlichen chemischen Versuchen schlägt sich unter geeigneten Verhältnissen mit den präcipitirten Kalksalzen der zugleich in der Auflösung befindliche Farbestoff des

---

[1]) Archives du Muséum d'histoire naturelle publiées par les Professeurs administrateurs de cet établissement. Tome II. Livr. III. Paris. 1841. 4. p. 438—40.
[2]) Berzelius Thierchemie. S. 548.

Krapps oder der Färberröthe nieder. Dasselbe erfolgt, wenn ein Thier mit Färberröthe gefüttert wird. Die Knochen werden dann, wie Versuche an Vögeln und Säugethieren gelehrt haben, roth. Hierbei soll sich nicht sowohl das Alizarin als das Purpurin in den Kalksalzen fixiren (Robiquet). Bei älteren Thieren erfolgt sowohl die Aufnahme des Farbestoffes als der damit verbundene Schichtwechsel langsamer und auf eine minder scharf ausgesprochene Weise als bei jüngern. Hier zeigt sich nun, nach den Erfahrungen einzelner Forscher, daß die erste Ablagerung der rothen Lagen unter der Beinhaut anfängt und von da nach innen fortschreitet. Füttert man ein junges Schwein z. B. eine Zeit lang mit einer Mischung, welche Krapp enthält und setzt dann diese Nahrungsweise einige Zeit wieder aus, so findet man in einem quer durchschnittenen Röhrenknochen in der Mitte eine rothe Kreislage, welche von beiden Seiten von gewöhnlicher Knochensubstanz concentrisch umgeben wird. Durch abwechselnde Darreichung von Krapp und Nahrung ohne Färberröthe läßt sich die Zahl solcher dazwischen gelagerter Schichten vervielfältigen. Hierbei rücken die gefärbten Lagen immer weiter nach innen vor und verschwinden endlich am Marke gänzlich (Duhamel, Flourens). Zu diesen Versuchen eignet sich am besten die Alizarine und nächst dieser der Elsasser Krapp. Bei den Zähnen färben sich dann nur die ächten Knochensubstanzen derselben, nämlich das Zahnbein und die Cämentmasse, nicht aber der Schmelz. Die rothe Schicht erscheint zuerst in der Nähe des Zahnsäckchens und rückt von hier nach außen fort (Flourens). Hieraus wurde nun gefolgert, daß schneller bei jüngeren und langsamer bei älteren Thieren ein fortwährender Ernährungsumsatz der Theile Statt findet. Die äußere Beinhaut bilde einen Absonderungsapparat, die Markmembran ein Aufsaugungswerkzeug. In gleichem Maaße als jene eine neue Knochenschicht liefere, entferne diese eine ältere durch Auflösung, und der ganze Knochen werde auf diese Art nach und nach restaurirt (Flourens) [1].

Diese Folgerung streitet von vorn herein gegen die mikroskopische Constitution der Knochen. Sie könnte nur dann richtig sein, wenn die dichte Knochensubstanz aus einfachen concentrischen blutgefäßlosen Schichten bestände und die Markhöhle einen einfachen cylindrischen Raum bildete. Wir wissen dagegen, daß die erstere ebenfalls von Knochenkanälchen durchzogen wird, daß diese Blutgefäße enthalten und daß sich eine Fortsetzung der Markhaut in sie hinein begiebt. In der That sollen auch bei solchen rosenrothen Schichtfärbungen nur einzelne sehr dünne Lagen farbiger Knochensubstanz um einzelne Knochenkanälchen herumgehen (Serres und Doyère) [2]. Allein anderseits kann der Einwand, daß Versuche der Art überhaupt wenig beweisen, weil die Knochen von Blutgefäßen durchzogen seien und sich daher die Färberröthe aus dem Blute in die Kalksalze absetzt [3], ebenfalls nicht ganz bindend erscheinen. Denn dann müßte die rothe Färbung von vorn herein auch in der Markmasse auftreten, was jedoch nicht der Fall ist. Ein sicheres Urtheil über die Bedeutung solcher Versuche wird erst dann erhalten werden können, wenn man Experimente der Art mit sehr detaillirten mikroskopischen Beobachtungen verbunden haben wird. Jedenfalls aber lehren schon die gegenwärtigen Erfahrungen, daß in jüngeren Thieren raschere Ernährungsmetamorphosen der Knochen als in älteren vor sich gehen müssen, daß aber auch bei Erwachsenen die Knochensubstanz nicht absolut stabil bleibt, sondern sich, obwohl auf eine äußerst langsame Weise, substantiell umsetzt. Denn bei alten Leuten soll das Verhältniß der Markmasse zur Rindensubstanz zunehmen (Seiler, Chaussard) [4].

Fassen wir nun Alles zusammen, so unterliegt es keinem Zweifel, daß 525
die morphologischen Ernährungsveränderungen der einzelnen Gewebe auf eine sehr wesentliche Art von einander abweichen. In der Oberhaut, den Nägeln und den Haaren erzeugen sich fortwährend neue Gewebtheile, welche die älteren davongehenden oder künstlich entfernten ersetzen. An den Epithe-

[1] Annales des sciences naturelles. Tome XIII. p. 104 u. 110. Archives du Muséum d'histoire naturelle. Tome II. p. 316—436.

[2] Annales des sciences naturelles. Zoologie. Tome XVII. 1842. p. 157.

[3] Joh. Müller Physiologie. Dritte Auflage. Bd. I. S. 275. Bischoff in Müller's Archiv. 1841. p. XXV.

[4] Henle allgemeine Anatomie S. 842.

lien tritt zum Theil derselbe Fall ein. Es existirt ein vollständiger Abschuppungsproceß oder eine unvollkommene Analogie desselben (wie z. B. in den Drüsenschläuchen. Siehe §. 454). Oder es ist wenigstens die Möglichkeit vorhanden, daß sich bei Integrität der Matrix ein verloren gegangenes Gewebe leicht ersetzt. In der Krystallinse, dem Umhüllungsgewebe und zum Theil in den Nervenkörpern, in der ächten Knorpelsubstanz, haben wir verschiedenartige Entwickelungszustände neben einander. Ob aber diese der objective Ausdruck einer Substanzmetamorphose seien oder nicht, vermag noch nicht bestimmt zu werden. Für die Knochen und Zähne erlauben die bisherigen Erfahrungen eher bejahende, als verneinende, jedoch noch keine hinreichend specialisirten Folgerungen. In den übrigen Geweben treten die hierher zu ziehenden Erscheinungen noch mehr in den Hintergrund.

Wir sehen also, daß nur bei solchen Elementen, welche an freien Oberflächen liegen und bei denen auf diese Weise eine unmittelbare Losstoßung der alten Theilen möglich wird, daß nur bei solchen Gebilden, welche aus starren für fernere Verarbeitung minder geeigneter Hornsubstanz bestehen, eine vollkommen deutliche Neubildung, ein substanziell vollendeter Wechsel zu Stande kommt; bei den inneren Geweben wäre etwas der Art nur durch Verflüssigung des Unbrauchbaren möglich. So weit sich die Erscheinungen aber bis jetzt beurtheilen lassen, dürfte hier ein größeres Princip der Stabilität, wenigstens im Erwachsenen, vorherrschen. Die Ernährungsflüssigkeit würde eher die Rolle eines Speisungsmittels des Räderwerkes übernehmen, als daß eine gleich schnell durchgreifende substantielle Metamorphose der festen Elemente Statt fände.

So lange der vollkommen normale Ernährungsproceß dauert, strömt jedem Theile seine bestimmte Menge Blutes zu. Dieses durchsetzt ihn mit einer gewissen Geschwindigkeit und liefert ein fixes Quantum von Ernährungsflüssigkeit, welches dann gesetzmäßig für die Erhaltung und Vergrößerung der Theile benutzt wird. Bei der mikrologischen Beobachtung zeigt sich jedoch schon im gesunden Organismus eine Menge von untergeordneten Varietäten, welche kleinere Abweichungen der Bildung zur Folge haben. Aus diesem Grunde bieten oft die dicht neben einander liegenden Elemente normaler Organe zahlreiche Unterschiede dar. Durch mannigfaltige Krankheitsprocesse aber können nicht nur Modificationen in den gesunden Theilen, übermäßige Vergrößerungen oder Verkleinerungen derselben u. dgl., sondern auch ganz fremde Elemente, sogenannte Neubildungen, Neoplasmen, zum Vorschein kommen. Hierbei werden die kleineren und kleinsten Gefäße als diejenigen Theile, welche vermöge ihrer Summation das meiste Blut enthalten und die wichtigste Rolle bei allen Ernährungserscheinungen übernehmen, vor allem die Aufmerksamkeit in Anspruch nehmen müssen.

Ein Organ kann entweder zu viel oder zu wenig Blut empfangen, ohne daß der Durchgang desselben durch die Capillaren gestört ist. Den ersteren Fall bezeichnet man mit dem Namen der Congestion, den letzteren mit dem der localen Anämie. Die Erscheinung vermag sich auf einen einzelnen Theil zu beschränken, oder sie ist nur die Folge einer Vermehrung oder Verminderung der gesammten Blutmasse, einer allgemeinen Hyperämie oder Anämie. Halten wir uns nun zunächst an die Verhältnisse der örtlichen Congestion und Anämie, so wird als einer der vorzüglichsten Bestimmungsgründe derselben der Zustand der Capillaren selbst auftreten. Sind diese sehr verengt, so muß nothwendig das gesammte Organ weniger Blut aufnehmen. Es wird aber auch anderseits ein schnellerer Durchgang desselben durch die verfeinerten Capillarröhren Statt finden. Wir haben zwar hier eine Compensation der Zeit für die Verminderung der räumlichen Capacität. Allein der Normalzustand der Ernährung wird immer schon mehr oder minder gestört sein. Deutlicher treten die Folgen der umgekehrten

Zustände hervor. Erweitern sich die Capillaren, so fassen sie nicht nur mehr Blut, sondern halten es auch länger zurück, weil die Strömung bei der Vergrößerung des Flußbettes langsamer wird. Es wird hierdurch eine vermehrte Aussonderung begünstigt. Organe, welche anhaltenden Congestionen ausgesetzt waren, werden leicht hypertrophisch. Die Producte der krankhaften Ausschwitzung lagern sich entweder zwischen den Gewebtheilen oder in der Nähe derselben ab. Auf dem letzteren Wege entstehen z. B. selbst manche Bildungen, welche man, wie z. B. die sogenannten Pacchionischen Drüsen, in der normalen Anatomie des Menschen aufzuführen pflegt.

Die Entzündung stellt eine weitere Fortbildung der Congestion dar. Das in den erweiterten Blutgefäßen enthaltene, langsamer bewegte Blut muß allmälich eine größere Menge der dem Stoße mehr Widerstand leistenden Blutkörperchen in sich zurückbehalten. Diese werden aber dann die Blutbewegung in noch höherem Grade hemmen, so daß früher oder später eine vollkommene Stockung eintritt. Als eine fernere Folge der Ruhe muß die größere Geneigtheit des Blutes zur Gerinnung erscheinen. Wir finden daher auch in vollkommen entzündeten Capillaren eine Blutmasse, welche größtentheils aus Blutkörperchen mit einer geringeren Menge mehr oder minder dichteren Plasmas besteht und deshalb eine intensiver rothe Färbung als das normale Blut darbietet. Im Anfange bewirkt der Stoß der benachbarten, beweglichen Blutsäulen ein Oscilliren der ruhenden Masse. Sobald diese aber hinreichend an Consistenz gewonnen, hört diese Erscheinung auf (siehe das Nähere §§. 372. 73). Diese Stase in den entzündeten Capillaren kann aber nicht für die benachbarten durchgängigen Gefäßchen einflußlos bleiben. Indem eine Anzahl von feinsten Gefäßnetzen eines Organes den Stoß des Blutes durch die Widerstandskraft seiner geronnenen Blutsäulen zurückweist, müssen die benachbarten Gefäßchen einen größeren Druck aushalten. Die nächste Folge hiervon ist, daß aus ihnen mehr ausschwitzt und daß so die entzündeten Theile mit mehr Fluidum versehen werden, daß sie ein größeres Volumen einnehmen als die bloße locale Blutüberfüllung bedingen würde. Summiren sich diese Erscheinungen zu bedeutenderen Wirkungen, so entsteht zunächst ein stärkeres Klopfen der zu dem entzündeten Organe gehenden Schlagadern und später eine allgemeine fieberhafte Aufregung. Leisten einzelne Capillaren und benachbarte zartere Gewebtheile diesem erhöhten, von ihren Wandungen auszuhaltenden Druck keinen hinreichenden Widerstand, so tritt durch ihre Berstung Blut hervor. Auf diese Weise hustet z. B. ein Mensch, welcher an der Lungenentzündung leidet, Producte aus, in welchen die zahlreichsten unveränderten Blutkörperchen unter dem Mikroskope erkannt werden.

Wird der Entzündungszustand nicht rückgängig gemacht (§. 372), so bereitet sich Alles zur Erzeugung von Neubildungen vor. Die stockenden Blutsäulen erleiden selbst fernere Metamorphosen. Indem die reichlicher ausgeschwitzte Ernährungsflüssigkeit mit ihren Blutkörperchen in Beziehung tritt, nimmt sie als wässerigere Lösung den Farbestoff der letzteren zum Theil auf. Die Umgebung der entzündeten Capillaren wird daher mehr oder minder blutroth gefärbt. In der stagnirenden Masse gestalten sich die Blutkörperchen um und organisiren sich sogar, wenigstens nach den Beobachtungen einzelner Forscher, noch innerhalb der Gefäße zu den bald zu erwähnenden Exsudatkörperchen (Gluge. E. H. Weber). Später verschwinden sie oder vergehen in den Ausschwitzungsmassen, welche in Folge dieser Störungen auftreten.

Was die Nebenproducte der Entzündungsausgänge betrifft, so müssen im weiteren Sinne des Wortes alle heterogenen Substanzen, welche hierbei mit dem Charakter der Neubildungen erscheinen, mit dem Namen der Ausschwitzungen oder der Exsudate bezeichnet werden. Abgesehen von den gasartigen Ausscheidungen, welche noch gänzlich ununtersucht sind, zeigen sich jene in tropfbar flüssiger, halbfester, oder fester Gestalt. Für flüssige Exsudate sind natürlich die freien Oberflächen, vorzüglich die der serösen Höhlen und die Interstitien des Zellgewebes das günstigste Terrain. Es kommen dann Mischungen, welche ein mehr oder minder verdünntes Extract der Blutflüssigkeit darstellen, denen jedoch die Fibrine auch häufig gänzlich fehlt, zum Vorschein (siehe §. 472). Die übrigen Exsudate bilden entweder reine Producte des krankhaften Ausschwitzungsprocesses oder Verbindungen derselben mit den zerstörten oder aufgelösten Gewebtheilen.

Schon manche flüssige Exsudate enthalten gerinnbaren Faserstoff, welcher sich erst bei dem Erkalten des Fluidum absetzt. Tritt dieser in bedeutenderer Menge hervor, so bildet er eine gallertige Masse, welche entweder rein oder mit einer größeren

oder geringeren Anzahl von Körnchen verbunden erscheinen kann. In der Regel ist der so erhaltene Faserstoff grauweiß, bisweilen auch gelblich, nie aber durch und durch rothgefärbt. Bei fernerer Organisation entstehen in ihm eigenthümliche Gebilde, welche man mit dem Namen der Exsudatkörperchen bezeichnet und die rundlich sind, oft durch ihre Inhaltskörperchen eine warzige Oberfläche darbieten und sich meistentheils durch ihre weiße bis grauweiße Farbe auszeichnen. In ihnen erscheint das erste vollkommenere Bild der organisirten Fibrine. Sie liegen häufig in der mehr oder minder membranösen Ausschwitzung pflasterartig neben einander und haben nur kleine Zwischenräume der ursprünglichen Faserstoffblastemes zwischen sich. Um sie organisiren sich, wenn die Bildung weiter fortschreitet, zarte Zellen mit hellem Inhalte und äußerst feiner, durch die Einwirkung des Wassers sogleich berstender Zellenwand. Später entstehen Fasern mit Kernen, welche man auch mit dem Namen der Exsudatfasern bezeichnet. Diese können dann ferner durch Längentheilung in feinen Fäden, Exsudatfäden, welche mit den Elementen des normalen Fadencylindergewebes eine sehr große Aehnlichkeit haben, übergehen.

Die zuletzt genannten weiter ausgebildeten Exsudatformen besitzen eine größere Stabilität und erhalten sich häufig Jahre lang. Bei bedeutenderer Menge erregen sie unter günstigen Verhältnissen durch Beengung des Raumes und durch Druck neue entzündliche Affectionen und nachfolgende fernere Ausschwitzung. Vorzüglich leicht geschieht dieses, wenn sie sich zwischen den Gewebtheilen eines Organes selbst hineingedrängt haben. Dieses geräth dann in einen scheinbar hypertrophischen Zustand, bei welchem jedoch die Gewebeelemente desselben nicht vergrößert, im Gegentheile sogar nicht selten verkleinert oder zum Theil zum Verschwinden gebracht sind. In Einzelfällen können aber auch die neuen Substanzen, vorzüglich bei den Fadencylindergeweben, die Form von jenen annehmen und so eine wahre locale Hypertrophie bedingen. Ist die Organisation bis zur Bildung von Exsudatfäden vorgeschritten, so nehmen diese in der Regel verhältnißmäßig weniger Raum ein und erscheinen dichter. Größere Exsudatbänder dagegen, welche vorzugsweise verschiedenartige Theile, wie z. B. die Rippenpleura mil der Lungenpleura verbinden, stehen meistentheils auf niederen Stufen der Organisation. Schreitet diese fort, so werden auch sie kleiner und erreichen eine bedeutendere Dichtigkeit.

Durch solche Ausschwitzungen können aber nicht nur benachbarte Theile, sondern selbst von einander entfernte Organe eines und desselben Individuum, ja sogar verschiedener Personen mit einander verkleben. Die Hauptbedingung ist nur, daß die Parthieen mit offenen und frischen Wundrändern an einander gelegt werden, daß beiderlei Gebilde in Circulation befindliches Blut erhalten und daß dieses so lange fortdauert, bis in dem Exsudate selbst ein vollständiges vermittelndes Gefäßsystem aufgetreten. Auf diese Art z. B. heilte man bei der Rhinoplastik zu verschiedenen Zeiten Stücke der Haut der Stirn oder des Oberarmes desselben, oder des Gesäßes eines anderen Individuum an den angefrischten Nasenstumpf. Hat sich dann eine vollständige Gefäßverbindung hergestellt, so vermag das angefügte Hautstück von seinem Mutterorte losgelöst zu werden; wenn nicht, so wird es isolirt brandig und stirbt ab. Allein auch im ersteren Falle tritt dieses bei der verhältnißmäßigen Sparsamkeit der Blutgefäße leicht ein, sobald größere Anforderungen an das angeheilte Hautstück gemacht werden, wenn es z. B. einer bedeutenden Kälte ausgesetzt bleibt, Verwundungen erleidet u. dgl. mehr.

Die Exsudatkörperchen selbst können, ohne daß sie sich wieder auflösen oder daß sich ein faseriges Exsuldat bildet, unter mannigfachen noch nicht genau gekannten Verhältnissen eigenthümliche Metamorphosen erleiden. Statt ihrer erscheinen große, durch ihre zahlreichen Inhaltskörperchen ausgezeichnete Gebilde, welche man auch unter dem Namen der Cystenkörperchen aufgeführt hat (Gerber). Oder wir erhalten an ihrer Stelle Körnchenaggregationen, welche bald noch zu kugeligen Körperchen zusammenhängen, bald unregelmäßigere Anhäufungen darstellen, bald aber gänzlich in ihre einzelnen Elementargebilde zerfallen; dieses sehen wir z. B. häufig in den Tuberkeln. In dieser Beziehung fehlen noch genauere Untersuchungsreihen und mit ihnen die sichere Entscheidung, welche Gebilde der Art auf ursprünglich eigenthümliche Art abgelagert werden und welche bloße fernere Umbildungen von Exsudatkörperchen darstellen.

Eine dichtere Ausschwitzung, in welcher schon innerhalb des durchsichtigen Blastemes Körnchen und Exsudatkörperchen in reichlicher, ja selbst in vorherrschender Menge

abgelagert sind, kann noch eine rückgängige Metamorphose erleiden. Wir finden dann als Mittelbildung eine gallertige Grundmasse, in welcher neben wenig Exsudatkörperchen oder selbst bei gänzlichem Mangel derselben kleine Körnchen zerstreut liegen. Ein fernerer Auflösungs- und Aufsaugungsproceß läßt endlich das ganze Krankheitserzeugniß verschwinden.

Der Eiter bildet ein eigenthümliches Ausschwitzungsproduct, welches in der Regel, wenn es in größerer Menge gebildet worden, mechanisch aus dem Organismus entfernt wird. Hierdurch kommt er größtentheils nicht nur dem Körper nicht zu Statten, sondern kann auch, wenn er zu viele Substanzen fortführt, zur Aufzehrung der Masse desselben dienen. Er bildet immer eine mechanische Mischung von Eiterkörperchen und Eiterflüssigkeit. Die ersteren herrschen in ihm in gewöhnlichen Fällen, welche man als normale bezeichnet, dermaßen vor, und die letztere hat eine solche Dichtigkeit, daß der sogenannte regelrechte oder balsamische Eiter eine dickflüssige Masse darstellt. In ihren Extremen unterscheiden sich die Eiterkörperchen von den Exsudatkörperchen vorzüglich durch ihre gelblichere Färbung. Sonst haben sie die ähnliche Kugelgestalt, fast dieselbe Größe, die jedoch in ihren Maximis die möglichen Maxima der Exsudatkörperchen lange nicht erreicht und dieselbe körnige Beschaffenheit wie die Exsudatkörperchen. Auf gleiche Art werden die Hüllen durch Essigsäure angegriffen, hell und durchsichtig gemacht, während sich ihre Kerne in mehrere spalten und auseinanderweichen, der augenblicklichen Einwirkung von Alkalien ohne Erhöhung der Temperatur Widerstand leisten und einzelne z. B. durch Borax (Lehmann und Messerschmidt) deutlicher werdende Kernkörperchen darbieten. Allein selbst jener Unterschied der Färbung tritt bei sehr vielen Mittelformen dergestalt in den Hintergrund, daß wir in vielen Fällen unter dem Mikroskope Eiterkörperchen, Exsudatkörperchen und die sehr ähnlichen freien Kernbildungen kranker Epithelien nicht mit Sicherheit unterscheiden können. Die chemische Natur der Eiterkörperchen läßt sich nur durch Reactionsprüfungen studiren. Denn eine vollständige Trennung derselben von der Eiterflüssigkeit ist bis jetzt noch nicht gelungen, obgleich die Anwendung sehr dicht gewebter thierischer Häute als Filtra vielleicht zum Ziele führen würde. Nach Lehmann und Messerschmidt [1]) bestehen die Kerne wahrscheinlicher Weise aus derjenigen Modification der Fibrine, welche man mit dem Namen des venösen Faserstoffes bezeichnet. Die in ihnen enthaltenen Kernkörperchen besitzen einen salzarmen Faserstoff, die Hüllen arterielle Fibrine, welche wahrscheinlich aus dem Eiweiße der Blutflüssigkeit durch den Verlust eines Theiles des freien Alkali und der Salze hervorgegangen ist. Die in den Exsudatkörperchen enthaltenen Körnchen dagegen sollen nach J. Vogel [2]) eine in Aether lösliche, fettige Materie und in seltenen Fällen Kalksalze führen.

Die Gesammtmischung des Eiters zeichnet sich nicht bloß durch ihren Reichthum an Proteinkörpern, sondern auch an Fettsubstanzen aus. Natürlicher Weise variiren die Bestandtheile dieses Productes nach der Individualität der Fälle in mehr oder minder bedeutendem Grade. Seine Dichtigkeit schwankt in der Regel zwischen 1,027 und 1,0409. Die erstere Zahl erhielt ich bei 22° C. in dem Eiter eines großen Schenkelabscesses; auf die letztere kam Golding Bird bei Eiter aus einem Psoasabscesse. Wenn dagegen auf die später zu schildernde Weise die Eiterkörperchen in Verhältniß zur Eiterflüssigkeit mehr vorherrschen, so kann auch die Eigenschwere einen höheren Grad erreichen. Wahrscheinlich gehört hierher die Angabe von Martius, daß ein von ihm untersuchter Eiter eines Empyemes ein spec. Gew. von 1,1115 dargeboten habe. Umgekehrt muß die Jauche, welche mehr Flüssigkeit enthält, specifisch leichter werden.

Der Wassergehalt des balsamischen Eiters scheint zwischen keinen sehr bedeutenden Grenzen zu schwanken. Wood schlägt ihn im Durchschnitt zu 85,715 % an. Güterbock fand bei Eiter aus einem Brustabscesse 86,10 %, ich bei einem großen Schenkel-

---

[1]) Medicinische Vierteljahrschrift. Archiv für physiologische Heilkunde herausgegeben von W. Roser und C. A. Wunderlich. Stuttgart. 1842. 8. S. 247. 48.

[2]) R. Wagner Handwörterbuch der Physiologie. Braunschweig. 1842. 8. Bd. I. S. 345.

abscesse 88,378 %, Bird bei einem Psoasabscesse 89,800 %. Auf die Erfahrungen von Bibra werden wir sogleich zurückkommen. Man kann daher annehmen, daß der gute reine Abscesseiter 10—14 % fester Stoffe führe. Ueber die Verhältnisse der einzelnen Bestandtheile der letzteren läßt sich nur im Allgemeinen urtheilen, weil die bis jetzt vorliegenden verschiedenen Eiteranalysen nach sehr abweichenden Methoden vorgenommen worden sind. Vor allem herrschen unter den festen Stoffen Proteinkörper, welche nicht bloß die wesentlichsten Elemente der Eiterkörperchen bilden, sondern auch in der Eiterflüssigkeit aufgelöst sind, vor. Sie betragen 40—70 % des festen Rückstandes. Nächst ihnen treten die Fette, welche 9—24 % ausmachen, hervor. Außerdem zeigt sich noch die eigenthümliche Thatsache, daß, wie es scheint, alle Eiterarten, welche darauf untersucht worden, verhältnißmäßig bedeutende Quantitäten von Cholestearin oder Gallenfett darboten. Die Menge desselben schwankte zwischen 1,10 % und 8,766 der festen Substanzen. Ob dieser Umstand eine charakteristische Eigenthümlichkeit jedes guten Eiters darstelle, muß künftigen Untersuchungen überlassen bleiben. Daß außerdem besondere organische Verbindungen, welche ihm ein unterscheidendes Merkmal aufdrückten, vorkämen, ist bis jetzt nicht nachweisbar. Denn das Pyin, welches vorzugsweise aus dem Eiter angegeben worden, dürfte einer genaueren chemischen Charakteristik bedürfen und läßt sich auch nicht in allen Eiterarten nachweisen. Endlich scheinen noch die Aschenbestandtheile dieser krankhaften Ausschwitzung keine sehr erheblichen Differenzen darzubieten. Güterbock kam in dieser Beziehung auf 5,7 %, ich auf 5,32 % der festen Stoffe. In ersterem Falle waren 5 %, in dem letzteren 4,70 % in Wasser löslich. Das bei weitem vorherrschende Salz ist eine fixe alkalische Chlorverbindung, wahrscheinlich Chlornatrium. Die unlöslichen Bestandtheile der Asche bilden die gewöhnlichen Kalk- und Talksalze nebst geringen Mengen von Eisen. Aus diesen Verhältnissen ergiebt sich aber, daß der Eiter die wesentlichsten Stoffe nicht nur des Blutes, sondern auch der dichten Gewebeelemente des Körpers enthält und daß er so in jeder Beziehung geeignet ist, verloren gehende Körpersubstanz in sich zu metamorphosiren und zu entfernen.

Bevor wir nun die ferneren chemischen Verhältnisse des Eiters betrachten können, müssen wir die verschiedenartigen Metamorphosen, deren er fähig ist, kurz durchgehen. Verfolgt man die Entstehung dieses Productes in einer Wunde, so zeigt sich, daß im Anfange eine seröse Flüssigkeit ausschwitzt. Diese ist bald ganz klar oder enthält schon unmittelbar bei der ersten Beobachtung einzelne Coagula und mehr oder minder zahlreiche Körnchen, welche der Einwirkung von Pflanzensäuren, Alkalien und alkalischer Salze, wie des Salpeters, des Salmiaks, des Borax u. dgl. widerstehen. Später häufen sich diese Gebilde, und es erscheinen neben ihnen einzelne größere Körperchen, welche einen excentrischen Punkt im Inneren haben und den Kernen der Eiterkörperchen entsprechen. Auch die Zahl dieser Elemente, welche sich bald mit schwachen Hüllen umgeben, vergrößert sich rasch. Vollkommene Eiterkörperchen treten bei Kaninchen schon 4 Stunden nach gemachter Verletzung auf (Lehmann und Messerschmidt). Sie nehmen hierauf schnell an Zahl zu. Der Eiter wird gelber und consistenter und sucht sich, indem sich auch seine absolute Menge vergrößert, seinen Aufenthaltsort und seinen Verbreitungsbezirk da, wo ihm der geringste Widerstand geleistet wird. Wenn er nicht an freien Oberflächen erscheint, so findet er in dieser Beziehung in dem interstitiellen Zellgewebe das günstigste Terrain. Er verbreitet sich daher so lange es angeht in diesem und kann deshalb in manchen Fällen einen großen Theil des Körpers einnehmen. Findet er aber Widerstand, so dehnt er die benachbarten Gewebtheile aus, stört deren Normalverhältnisse durch seine Expansion und seinen Druck und bahnt sich einen Weg nach außen oder gegen eine freie Oberfläche hin. Hier entleert er sich entweder von selbst oder wird unter Beihilfe einer chirurgischen Operation entfernt.

Bei vollkommen offenen Wunden stehen von vorn herein seinem Austritte keine Hindernisse entgegen. In allen diesen Fällen geht aller Eiter oder die größte Menge desselben nutzlos davon. Er entzieht dem Körper Stoffe, welche dieser besser für sich gebrauchen könnte, und zerstört seine Gewebe, welche entweder als Eiter oder außerdem noch diesem mechanisch beigemengt austreten. Bildet sich aber der Eiterungsproceß zurück, so wird nicht nur weniger Eiter abgesondert, sondern dieser erscheint auch immer dichter und dichter, weil die Menge seiner Eiterkörperchen und seiner festen Gemeng-

theile überhaupt relativ zunimmt. Auch hier wird das Flüssige leichter resorbirt, während die Entfernung des Festen eine vorangehende Verflüssigung nothwendig macht. Diese erfordert aber mehr Zeit oder sie erfolgt selbst gar nicht. In dem letzteren Falle bildet der Rückstand ein meist gelbes, käseartiges Depot, welches entweder aus Eiterkörperchen oder aus den zerfallenen körnigen Elementen derselben oder aus einer Mischung beider Producte besteht. Bisweilen scheint selbst in solchen Fällen eine fernere Zellenbildung eingeleitet zu werden. Geht dagegen eine eiternde Wunde in Heilung über, so erzeugen sich sogenannte Fleischwärzchen, d. h. jene reichlichere Eiterabsonderung nimmt local ab. Es entstehen blutgefäßreiche Wucherungen, an welchen noch theils kleine mikroskopische Eiterdepots, theils fernerer entwickelungsfähige Zellgebilde existiren. Die letzteren verwandeln sich, sofern keine Wiedererzeugung eines normalen Gewebes Statt findet, in Zellenfasern, aus welchen dann die mit den Elementen des Fadencylindergewebes isomorphen, aber festeren und dichteren Narbenfasern resultiren.

Diese verschiedenen Verhältnisse des Eiters müssen aber auch natürlicher Weise wesentliche Unterschiede in den quantitativen Bestandtheilen dieses Productes bedingen. Um diese Abweichungen, so weit es bis jetzt möglich ist, zu beurtheilen, dienen sehr gut die Untersuchungen von Bibra, welcher 18 verschiedene Eiterarten vorzüglich qualitativ prüfte, zugleich aber die Mengen ihres Wassers, ihrer eiweißartigen Producte, ihres Fettes und ihrer Aschenbestandtheile bestimmte. Betrachten wir diese Analysen überhaupt, so schwankt der Wassergehalt des Eiters zwischen 76,90 % und 90,70 %. Als Mittel aus allen ergiebt sich 82,01 %. Man sieht leicht, daß sich diese Zahlen von den oben für den balsamischen Eiter angegebenen Werthen bedeutend entfernen. Prüfen wir dagegen die Verhältnisse genauer, so ergiebt sich, daß nur 3 Eiterarten weniger als 80 % Wasser enthielten (nämlich 76,90 %, 77,10 % und 78,10 %). Die eine sehr zähe stammte aus einem Wangenabscesse, die andere aus einem Abscesse am Kniegelenke und die dritte aus einer Eitercyste, welche sich seit 15 Jahren in den Bauchdecken einer Frau gebildet hatte. Daß das letztere Product mehr ein Eiterdepot war, dürfte kaum einem Zweifel unterliegen; für die sichere Beurtheilung der beiden ersteren Fälle fehlen die Belege. Abstrahiren wir von diesen 3 Ausnahmsfällen, so erhalten wir aus den Daten von Bibra für die 15 übrigen Eiterarten einen mittleren Wassergehalt von 86,94 %. Die Schwankungen halten sich dann zwischen 80,25 % und 90,10 %. Die oben für den balsamischen Eiter angeführten Zahlen liefern einen Durchschnittswerth von 87,49 % Wasser.

Bei den sämmtlichen 18 Analysen von Bibra übertreffen die Mengen der Proteinkörper die der Fettsubstanzen wiederum sehr bedeutend. Die ersteren variiren von 7,10 % bis 18,60 %, die letzteren von 0,7 % bis 4,63 % des frischen Eiters. Der Durchschnittswerth von jenen gleicht 10,74 %, der von diesen 1,84 %. Betrachtet man aber die Ergebnisse von Bibra genauer, so zeigen jene oben erwähnten drei wasserarmen Eiterarten äußerst große Quantitäten von Proteinkörpern (16,80 % und 18,60 %), dagegen nur geringe Fettmengen (1,10 % bis 2,80 %). Dieses deutet darauf, daß in jenen Eiterarten die Menge der Eiterkörperchen über die der Eiterflüssigkeit vorherrschte und daß dann die Quantität der Proteinkörper noch mehr als bei dem balsamischen Eiter die Oberhand gewinnt. Das Fett scheint auf diese Weise ein eigenthümlicher Bestandtheil, welcher vorzüglich die Eiterflüssigkeit begleitet, zu sein. Die Aschenmengen nehmen nicht immer mit den festen Theilen auf entsprechende Weise zu. In dem oben erwähnten Eiterdepot innerhalb der Bauchdecken betrugen sie zwar 6,10 % (oder 26,63 % des festen Rückstandes), in den beiden anderen wasserarmen Eiterarten dagegen nur 0,90 % und 1,20 %. Sieht man von den ersteren, ausnahmsweise so großen Quantitäten ab, so schwanken sie bei 15 Bestimmungen von Bibra zwischen 0,60 % und 1,70 % und haben in Mittel 1,14 %. Bei einem durchschnittlichen Wassergehalte von 86,94 % entspricht dieses 8,72 % der festen Stoffe, also ziemlich viel mehr als Güterbock und ich gefunden. Für die Bestimmung der chemischen Elemente der verschiedenen Eiterarten sind die bis jetzt vorliegenden Thatsachen noch zu unvollständig. Da der Eiter die benachbarten Gewebtheile isolirt und einzelne derselben zum Theil auflöst, so enthält er nicht selten Fragmente von diesen, wie Zellgewebefasern, Muskelfaserstücke, Knochensplitter u. dgl. mechanisch beigemengt Das Mikroskop kann dann über manche diagnostischen Punkte Aufschluß geben.

Die Vergleichung des Eiters mit dem Blute muß mit Berücksichtigung der oben angedeuteten Entstehungsweise erfolgen. Das Blut des Mannes enthält 73,20 % bis 80,50 % Wasser, 5,05 % bis 6,70 % Albumin und Fibrin und 11,05 % bis 18,60 % Blutkörperchen; das der Frau 75,00 % bis 84,80 % Wasser, 5,20 % bis 7,15 % Eiweiß und Faserstoff und 7,14 % bis 16,71 % Blutkörperchen (Denis). Stellt man diese Zahlen mit den entsprechenden Werthen des Eiters zusammen, so ergiebt sich, daß dieser im Allgemeinen wasserreicher als das Blut ist, daß er in dieser Beziehung in seinen Maximis dem Blutserum (= 90 % — 90,60 % Wasser) gleichkommt, in seinen Minimis sogar das Blut ungefähr erreicht, im Mittel dagegen dasselbe beinahe um 10 % übertrifft. Seine Eiweißkörper sind in der Regel in größeren Mengen als das Fibrin und Albumin im Blute vorhanden. Allein das Verhältniß schlägt für den balsamischen Eiter, nicht immer aber für die consistenteren Eiterarten in das Umgekehrte um, sobald wir bedenken, daß die Blutkörperchen ebenfalls größtentheils aus Proteinkörpern bestehen. Nimmt man an, daß im Durchschnitt das menschliche Blut 0,374 % bis 0,657 % Fett führt, so fällt der Fettgehalt des Eiters immer bedeutender aus. Dagegen zeigen sich die Aschenbestandtheile schwankend, bald größer, bald kleiner. Die Menge des Eisens ist wahrscheinlich im Eiter geringer als im Blute (Güterbock).

Ein großer Theil dieser Unterschiede erklärt sich, wenn wir die Entstehung des Eiters gewissermaßen chemisch betrachten. Aus dem unter einem größeren Drucke strömenden Blute der benachbarten Gefäße tritt mehr Plasma und wahrscheinlich in consistenterer Form hervor. Eine bedeutende Menge der Proteinkörper dieser abnormen Ernährungsflüssigkeit organisirt sich zu Eiterkörperchen. Das Mutterfluidum wird hierdurch verdünnter und zieht auch, abgesehen von der fortdauernden Ausströmung, mehr Eiweiß an. Auf diese Art erhalten dann die Eiterbestandtheile einen Ueberschuß von Proteinsubstanzen, welche aber bald zu einem großen Theile als Eiterkörperchen erscheinen. Die bedeutendere Fettmenge des Eiters entsteht wahrscheinlich dadurch, daß bei jener Anziehung dichterer Stoffe eine vorherrschende Wassermenge als Austausch abgegeben wird. Verringert sich dagegen die Eiterflüssigkeit, bilden sich mehr Eiterdepots, so geht auch hierbei ein Quantum des Fettes davon, und auf diese Weise erklärt sich, weshalb in solchen Producten die Menge der Proteinkörper, nicht aber die des Fettes eine so bedeutende Zunahme darbietet. Inwiefern übrigens die Kraft des Eiters, Gewebeelemente aufzulösen, auf seine chemische Beschaffenheit einwirkt, ist noch unbekannt. Zunächst wäre die theoretische Vermuthung zu bestätigen, daß der Knochenfraßeiter mehr Kalksalze und überhaupt mehr Aschenbestandtheile führe als andere Arten dieses pathologischen Productes.

Abhandlungen über die Morphologie und Chemie des Eiters aus neuerer Zeit finden sich in: L. Güterbock de pure et granulatione. Berolini. 1837. 4. H. Wood de puris natura atque formatione. Berolini. 1837. 4. J. Henle in Hufeland's und Osann's Journal für prakt. Heilkunde. Berlin. 1838. S. 3. Repertorium Bd. II. S. 258. u. Bd. III. S. 242. J. Vogel physiologisch-pathologische Untersuchungen über Eiter, Eiterung und damit verwandte Vorgänge. Erlangen. 1838. 8. G. Gluge anatomisch-mikroskopische Untersuchungen zur allgemeinen und speciellen Pathologie. Heft I. u. II. Minden u. Jena. 1839. u. 1841. 8. D. Gruby observationes mikroscopicae ad morphologiam pathologicam. Vindobonae. 1840. 8. Stannius Art. Eiter in Schmidt's Encyclopaedie der gesammten Medicin. Leipzig. 1841. 4. Bd. I. S. 152. F. Simon angewandte medicinische Chemie. Bd. II. S. 318. E. von Bibra chemische Untersuchungen verschiedener Eiterarten und einiger anderen krankhaften Substanzen. Berlin. 1842. 8.

Der gute Eiter hat beständig die Neigung, früher oder später auf dem oben geschilderten Wege einen Heilungsproceß einzuleiten. Dagegen ist dieses bei schlechtem Eiter und bei der Jauche nicht der Fall. Sie unterhalten einen fortwährenden Verschwärungsproceß, welcher mit größerer oder geringerer Zerstörung der Gewebtheile verbunden ist. Häufig wirken auch Flüssigkeiten der Art geradezu anätzend. Die chemischen Ursachen dieser Veränderung des Eiters sind noch gänzlich unbekannt. Unter dem Mikroskope zeigt sich, daß die Menge der Flüssigkeit über die der Körperchen bei Weitem vorherrscht. Daher haben auch die verschiedenartigen Jauchen weit flüssigere Consistenzgrade als der gute Eiter. Zugleich enthalten sie häufig reichliche Gemengtheile von zerstörten Geweben oder von neben ihnen entstandenen Neoplasmen.

Außer dem Ausgange in Ausschwitzung oder Eiterung kann noch **brandiges** Ab-

sterben der Theile eine Folge sehr heftiger Entzündungszustände darstellen. Dieses bildet aber überhaupt ein Leiden, welches durch eine eigenthümliche fäulnißartige Vermoderung des Körpers zu Stande kommt. Seine Hauptursache ist ein vollkommener Abschluß des Blutes von den erkrankten Organen, ganz gleichgültig, aus welchem Grunde immer dieses hervorgehen mag. Die Endstücke eines Gliedes, dessen Arterien unterbunden oder durch geronnene Coagula verstopft oder auf irgend eine Art unwegsam gemacht worden, werden eben so gut brandig als ein Theil, dessen sämmtliche Capillargefäße längere Zeit keinen Blutstrom mehr führen, sich daher zum Theil auflösen und in den benachbarten Geweben eine schmierige Jauche erzeugen oder als ein Gebilde, welches nicht feinste Blutgefäße genug mehr hat, um alle seine festen Elemente vor Fäulniß zu bewahren. Aus der zweiten Ursache z. B. werden heftig erfrorene Glieder brandig. Aus dem als drittes Moment angeführten Grunde sterben häufig große Parasiten, wie z. B. Markschwämme, zum Theil von selbst ab. Hat aber das Blut selbst eine Neigung zu fauliger Verflüssigung und Umsetzung, so werden dann auch die Phänomene des Brandes sehr leicht eintreten. Ein Typhöser, ein Faulfieberkranker u. dgl. liegt sich leicht brandig auf oder kann sogar einzelne Theile der Extremitäten auf dem Wege brandiger Zerstörung verlieren. Diese aber wird ein Gewebe um so leichter angreifen, je weniger Widerstand seine Consistenz und Consolidation darbietet. Daher haben wir zunächst in allen brandigen Theilen Austritt fauligen Blutes, welches sich als dunkele, halb geronnene oder schmierige Masse im Zellgewebe vorfindet. Daher werden dann zunächst die Fasern des letzteren, der Muskeln u. dgl. angegriffen, während die mehr consolidirten Fadencylindergewebe wie die Sehnen dem Brande hartnäckiger widerstehen und die Knochen und Zähne in dieser Hinsicht die größte Passivität darbieten. Häufig genug entfernt der Chirurg aus einem brandigen Gliede ganze scheinbar unversehrte Sehnenstücke oder hat den Abstoßungsproceß der Natur dadurch zu vollenden, daß er den einzig noch in seiner Continuität übrig gebliebenen Knochen durchsägt. Die frühe Verödung aber, welche die so leicht angreifbaren Nerven dann darbieten, bedingt es dann auch, daß brandige Theile ohne Schmerz durchschnitten oder sonst verletzt werden können. Hierbei erscheint die brandige Masse für das freie Auge mehr oder minder braunschwarz bis schwarz. Unter dem Mikroskope findet sich, daß die Gewebtheile, vorzüglich bei dem sogenannten feuchten Brande, wie in Folge der Maceration zerfließen, und daß in der gestaltlosen weichen Masse außer den Ueberresten der zerstörten Gewebe eine große Menge von eigenthümlichen dunkeln oder dunkelrandigen Molecülen, welche man mit dem Namen der Brandkörperchen bezeichnen kann, zerstreut liegen.

Diese intensivere Färbung, so wie der faulige Geruch, welcher den feuchten Brand begleitet, und der Mangel an Gestank, der häufig bei dem trockenen auftritt, führen unmittelbar darauf, die Erscheinungen der Gangrän mit denen der Fäulniß zu vergleichen. Wenn organische Substanzen rasch faulen sollen, so müssen sie auf irgend einem Wege genug Sauerstoff und Wasser finden, damit all ihr Kohlenstoff in Kohlensäure, all ihr Wasserstoff in Wasser übergehe und damit ihr Stickstoff auf Kosten eines Theiles herbeigeschafften Wasserstoffes in Ammoniak verwandelt werde. So lange diese Bedingungen nicht vollständig erfüllt sind, entstehen Uebergangssubstanzen, und ist vorzüglich der Sauerstoff in zu geringer Menge zu erhalten, so erzeugt sich in diesen Ueberresten ein Ueberschuß nicht verbrannten Kohlenstoffes, welcher wahrscheinlich zur schwarzen Färbung beiträgt, gleichsam als Kohle, die aus der organischen Verbindung reducirt worden, wirkt. Auf diesem Wege bilden sich die dunkeln Producte der Vermoderung (siehe §. 126). Bei dem trockenen Brande, wo den Theilen nicht nur der hinreichende Sauerstoff, sondern auch eine größere Wassermenge fehlt, findet ein solcher Vermoderungsproceß, ein solcher bei gewöhnlicher Temperatur erzeugter Verkohlungsact seine günstigsten Bedingungen. Bei dem sogenannten feuchten Brande, wo die Flüssigkeitsmenge größer ist, kann die faulige Zersetzung zu einem Theile vollständig erfolgen, während dem strengen Verkohlungsprocesse nur so viel übrig bleibt als der relative Feuchtigkeitsmangel bedingt. In beiden Fällen fehlt die belebende Einwirkung des Blutes. In beiden entsteht eine eigenthümliche Selbstzersetzung der von ihren gewöhnlichen Banden befreiten organischen Materie.

Während aber diese Vorstellungen durch die gegenwärtige organische Chemie unmittelbar geliefert werden, fehlen uns alle näheren genauen Untersuchungen über die verschiedenen Modificationen der Erscheinungen. Denn schon die bloße pathologische Erfahrung lehrt, daß hier eine sehr große Reihe von Mittelformen zwischen beiden Extremen

vorkommen und daß nicht selten, wie bei faulenden Substanzen, eine Contagion eintritt, daß ein sich zersetzender Theil die Zersetzung eines benachbarten bald anregt. Ein Wasserkrebs verheert binnen äußerst kurzer Zeit, binnen wenigen Tagen einen großen Theil der Weichgebilde der Lippen und des übrigen Gesichtes. Ja innerhalb ein paar Stunden können ein oder selbst mehrere Quadratzoll Gewebtheile in verflüssigter Form davongegangen sein. Die Menge des Verkohlten ist gegen das verheerende Fluidum verhältnißmäßig nur unbedeutend. Ein brandiger Fuß dagegen braucht oft Wochen, bis die Producte seiner Vermoderung und seiner Fäulniß alle Gewebtheile bis auf den Knochen ergriffen haben. Ein faulender Theil steckt sehr leicht die Nachbargebilde zum Vorschreiten des Brandes an, selbst wenn diese keine mit ihm gemeinschaftliche leidende Arterie haben. Endlich versteht es sich von selbst, daß auch äußere Verhältnisse, welche Zersetzungen der Art bedingen, eine Mittheilung des Brandes hervorrufen. Wahrscheinlicher Weise ist dieses z. B. bei dem Hospitalbrande der Fall. Eine genaue Untersuchung der Luft, welche in den hierher gehörenden Krankensälen enthalten ist, würde ein wesentliches Desiderat der Medicin erfüllen.

Außer den oben erwähnten Exsudaten können aber auch noch andere Gewebeelemente, welche entweder schon in dem normalen Organismus vorhanden sind oder nur ausschließlich pathologische Bildungen darstellen, krankhafter Weise auftreten. In die erstere Kategorie gehören z. B. die Fettzellen, welche wir in den Lipomen vorfinden, die den Epidermiszellen sehr ähnlichen Gebilde, welche in manchen Melicerisarten vorkommen, die Haare, welche sich bisweilen in Geschwülsten entwickeln, die jedoch häufig der Wurzeln entbehren (Schröder van der Kolk und van der Laer), die Zähne und Knochenstücke, welche nicht selten vorzüglich in entarteten Eierstöcken vorkommen, die Knorpelsubstanz im Euchondrom u. dgl. mehr. Die eigenthümlich organisirten Gewebe der zweiten Kategorie sind Körnchen, Kerne, Zellen mit oder ohne Nuclei, mit oder ohne Tochterzellen, Zellenfasern und Fäden, mit einem Worte alle Uebergangsstufen von den ersten embryonalen Ablagerungen bis zu den ausgebildeten Cylinderfäden. Sämmtliche Entwickelungsstadien eines solchen krankhaften Productes liegen häufig unmittelbar neben einander. Außer ihnen zeigen sich noch nicht selten Krystalle, krystallisirte oder krystallinische Fettbildungen, vorzüglich von Stearin und Cholestearin (rhombische Blättchen) und körnige Massen, die häufig aus vorherrschenden unorganischen Bestandtheilen, vorzüglich Kalksalzen bestehen. Zwischen allen diesen dichteren Elementen haben wir Intercellularsubstanzen, welche sämmtliche Consistenzgrade von dem weichen Gallertigen bis zu der Knorpelhärte darbieten können.

Sind diese fremdartigen Gewebeelemente in größeren Mengen angehäuft, so erzeugen sie dasjenige, was man in der Pathologie eine Geschwulst nennt. Allein da für diesen Begriff nur das Volumen das Bestimmende ist, so bildet jenes Wort bloß einen Ausdruck für eine Sache, welche gegen die Qualität der Ablagerung sehr in den Hintergrund tritt. Die bisherigen mikroskopischen Untersuchungen liefern bei den schwierigeren Formen noch keine sicheren Kennzeichen für jede einzelne Geschwulst. Das Mikroskop kann zwar entscheiden, welche Elemente in einem Präparate der Art enthalten sind und in dieser Beziehung sehr viel leisten. Allein für die Unterschiede zwischen jenen noch nicht hinreichend gekannten Formen, welche die Chirurgie auf mehr oder minder vage Weise mit den Namen des Krebses, des Markschwammes, des Blutschwammes u. dgl. bezeichnet, liefert oft auch die mikroskopische Beobachtung keine sicheren Aufschlüsse. Der Grund hiervon liegt in dreierlei Verhältnissen: 1) Kennen wir die vollständige Entwickelungsgeschichte dieser Zellen und Fasern noch nicht hinreichend und 2) intercurriren bei manchen dieser Producte störende Zwischenentwickelungsverhältnisse. Dem normalen Ausbildungsgange entsprechend z. B. stellen sehr feine Fäden, welche mehr oder minder zu Fasern gruppirt sind, das Endresultat der Erscheinung vieler dieser pathologischen Zellenbildungen dar. Bei dem Skirrhus wird dieses Ziel erreicht. Allein dann liegen die Fasern entweder äußerst dicht durchwebt, so daß sie steinharte feste Geschwülste, welche außerdem noch bisweilen Zellgebilde zwischen sich haben, enthalten. Oder sie liegen in einer gallertigen Masse. Die Geschwulst erhält daher eher die entgegengesetzten Consistenzgrade. Hat sie nun in dem ersteren Stadium ihre faserige und fadige Beschaffenheit erreicht, so werden, indem sich der Krebs zum Aufbrechen vorbereitet, neue Kerne und Zellenbildungen abgelagert. Diese drängen sich zwischen die dichteren kranken und gesunden Gewebtheile, erregen hierdurch sehr bedeutende Schmerzen, verbinden sich immer mit jauchiger

Grundflüssigkeit, durch welche sie wiederum zum Theil angegriffen und zerstört werden, und bedingen auf diese Weise endlich den Uebergang des Skirrhus in Carcinom. Es entsteht so ein neuer Folgeproceß, welcher selbst größtentheils andere Elemente hervorbringt und sogar die älteren schon gebildeten nach und nach verzehrt. Endlich bedingt 3) wahrscheinlicher Weise in einer und derselben Geschwulst die Formation eines bestimmten krankhaften Gewebes die Erzeugung eines zweiten als Nebenproduct, welches in Folge seiner Ausbildung auftritt. So zieht vermuthlich die Ablagerung proteinreicher Zellen, Zellenfasern und Fäden die Nebenbildung von Zellen, die mit fettigen Elementen gefüllt sind, oder von Fettkörnchen, von blättrigen Stearinniederschlägen oder von Blättchen von Cholestearin nach sich. Aus dieser Ursache erscheint dann das Fett als ein so häufiger Begleiter und als ein mechanischer Gemengtheil in den verschiedenartigsten Geschwülsten. Wegen aller dieser Momente zusammen aber finden wir häufig in manchen pathologischen Producten mikroskopische Elemente, welche bei ihrer Verschiedenheit und ihrer Durcheinanderlage mehr verwirren als belehren.

Ausführliche Beobachtungen über die Natur und vorzüglich die mikroskopische Untersuchung der Geschwülste finden wir in: Joh. Müller über den feineren Bau und die Formen der krankhaften Geschwülste. Erste Lieferung. Berlin. 1838. Fol. J. Vogel in R. Wagner's Handwörterbuch der Physiologie. Bd. I. Braunschweig. 1843. 8. S. 798 ff. J. Vogel Erläuterungstafeln zur pathologischen Histologie mit vorzüglicher Rücksicht auf sein Handbuch der pathologischen Anatomie. Leipzig. 1843. 4.

Bis jetzt wurden nur wenige Geschwülste einer quantitativen chemischen Analyse unterworfen. Wir wissen im Allgemeinen nur so viel, daß sie meist Proteinkörper und Fett in beträchtlicher Menge führen und daß sie in frischem Zustande mit Feuchtigkeit durchtränkt sind. So fanden z. B. Preiß in Tuberkeln 85 %, ich in einer Grützgeschwulst 88,715 %, Quevenne in einer am Scheitelbeine sitzenden Geschwulst 65,40 % Wasser.

Weder die mikroskopischen noch die chemischen Verhältnisse geben uns in allen Fällen sichere Merkmale, um gutartige von bösartigen Geschwülsten zu unterscheiden. Jedoch scheinen die bisherigen Ergebnisse darauf hinzudeuten, daß die ausgesprochenen Formen endogener Zellenbildungen im Allgemeinen in reichlicherem Maaße bei kachektischen Geschwulstbildungen hervortreten.

Endlich werden noch in manchen Krankheitszuständen auf dem Wege der Ausschwitzung Concremente hervorgebracht. Diese erinnern dann bisweilen ihrer Ursprungsweise nach an diejenigen Concretionen, welche, wie die Venen-, die Thränen-, die Speichel-, die Gallen-, die Harnsteine u. dgl. durch Absätze aus Flüssigkeiten unseres Organismus entstehen. Von allgemeinern Leiden zeichnet sich vorzüglich die Gicht dadurch aus, daß häufig in Folge der Anfälle derselben Concretionsmassen in die Gelenke abgesetzt werden. Diese werden hierdurch leicht unbeweglich, während sich die an ihnen aneinanderstoßenden Extremitätentheile nicht selten verschieben. Solche Concremente führen im Verhältniß zu anderen Ablagerungen der Art mäßig viel Wasser (10 — 17 %) und zeichnen sich auch noch besonders dadurch aus, daß die Harnsäure ein wesentliches Element ihrer Zusammensetzung bildet. Sie findet sich mit Kali, Natron und Kalk verbunden. In einem Gichtknoten z. B. betrug sie 16,7 % (Langier), in einem anderen 20,0 % (Wurzer), also ungefähr 1/5 der gesammten Bestandtheile des Concrements. Die übrigen erdigen Ablagerungen, welche auf jenem krankhaften Wege zu Stande kommen, bestehen fast durchgehends aus bei Weitem vorherrschenden Mengen von phosphorsaurer und kohlensaurer Kalkerde, welche als schwerer lösliche Producte leichter zurückbleiben und sich nach und nach durch gleichartige Anziehung neuer ähnlicher Stoffe vergrößern. Sie erzeugen sich leicht in Folge von Druck, welcher einzelne Theile trifft, oder im höheren Alter, wo überhaupt eine größere Geneigtheit zu Kalkablagerungen Statt findet oder sonst unter noch unbekannten Krankheitsursachen. Am häufigsten finden wir sie dann in den beiden letzteren Fällen in den Gefäßwänden und den Herz- und den Arterienklappen. Endlich bedient sich die Natur noch solcher Verendungsprocesse bei mehrfachen älteren, weder einer Fortbildung noch einer vollständigen Resorption fähigen Producten. Auf diese Art finden wir Concrementablagerungen in älteren Tuberkeln, in alten Bälgen von Eingeweidewürmern. Die Hülle der in den Muskeln des Menschen vorkommenden Trichina spiralis setzt in dieser Hinsicht schon verhältnißmäßig frühzeitig Kalkkörnchen ab. Alle

diese Concremente zeigen entweder keine bestimmte Structur oder höchstens Körnchen oder bieten einen wahren knochenähnlichen Bau oder ächte Knochenstructur dar.

Siehe F. Miescher de inflammatione ossium eorumque anatome generali. Berolini. 1836. 4. p. 43. Repertorium. Bd. I. S. 317. Remak in Rust's Magazin. 1842. 8.

Die Ausschwitzungsproducte können sich aber nicht bloß in die oben geschilderten krankhaften Gebilde umwandeln, sondern auch normale Gewebe, welche auf irgend eine Weise, vorzüglich durch Continuitätsstörungen verloren gegangen, hervorbringen. Man nennt dann den Proceß, durch welchen ein solches Deficit bestimmter organischer Formelemente durch die gleichen, dem Normalzustande mehr oder minder entsprechenden ersetzt wird, den Act der Wiedererzeugung oder der Regeneration. Durch vielfache Erfahrungen weiß man, daß das Vermögen der Wiederherstellung solcher Elemente in der Thierwelt sehr verschieden vertheilt ist und daß in dem menschlichen Körper nur einzelne Gewebe der Regeneration fähig sind. Man kennt mehr oder minder genau die mikroskopischen Entwickelungsverhältnisse der verschiedenen Gewebe und weiß, daß sie, abgesehen von den durch die erste Ausschwitzung bedingten Veränderungen, nach ähnlichen Gesetzen, wie der normalen Gewebeentwickelung im Embryo zum Grunde liegen, allmälig hervortreten. Allein der wahre ursprüngliche Wegweiser für die Beurtheilung der verschiedenen Regenerationserscheinungen fehlt uns noch durchaus. Es ist uns unbekannt, weshalb in dieser Hinsicht ein Thier oder ein Gewebe vor seines Gleichen bevorzugt ist, weshalb z. B. unter den Reptilien Tritonen und Eidechsen ein so bedeutendes, Frösche, Schlangen und Schildkröten dagegen ein nur untergeordnetes Wiedererzeugungsvermögen besitzen, weshalb sich die Knochensubstanz aller Wirbelthiere leicht regenerirt, Lücken der ächten Zahnsubstanz in den Zähnen des Menschen und der Säugethiere aber nicht mehr durch dieselbe Gewebemasse ausgefüllt werden.

Halten wir uns auch nur an die bloße Beobachtung der Erscheinungen, so finden wir, daß die sogenannten Wiedererzeugungsphänomene in vier verschiedene Kategorien zerfallen. 1) Ein verstümmelter Theil ergänzt sich zu einem vollständigen Gebilde, z. B. eine abgebrochene Krebsscheere zu einer solchen, die wenigstens alle wesentlichen Parthieen einer größeren Scheere darbietet, die verkürzte Extremität einer Eidechse zu einer vollständigen u. dgl.. Oder 2) in Folge einer Verletzung entstehen supernumeräre Gebilde. Dieses geschieht z. B., wenn sich ein halbirter Polyp zu einem vollkommenen Thiere ergänzt, wenn aus einem zum Theil angeschnittenen Schwanze einer Eidechse ein neuer Schwanze hervorwächst. In beiden Fällen führen die neuen Producte, sobald sie ihre vollständige Entwickelung erreicht haben, dieselben Gewebeelemente, welche dem entsprechenden gesunden Theile zukommen. Beide Modificationen kehren in dem menschlichen Korper nicht wieder. Wir werden aber in der Physiologie der Entwickelung sehen, daß die Verhältnisse mancher Arten von Mißgeburten darauf hindeuten, daß ähnliche Phänomene unter verschiedenen Krankheitszuständen des sehr jungen Embryo erscheinen können. 3) Es findet keine wahre Regeneration, sondern eine fortwährende Restitution Statt. Auf diesen Fall werden wir sogleich bei Gelegenheit der Horngebilde des Menschen zurückkommen. Endlich 4) Es tritt eine vollständige Regeneration auf, d. h. ein verloren gegangener Theil wird dadurch ersetzt, daß sich aus dem nachfolgenden Exsudate die gleichen Gewebe und mehr oder minder die gleichen Formen des Ganzen hervorbilden.

Mit Ausnahme einzelner Reptilien, wie z. B. der Tritonen, der Salamander und der Eidechsen, scheinen der Mensch und die sämmtlichen Wirbelthiere auf ein gewisses Minimum von Geweben, welche der Wiedererzeugung in dem zuletzt genannten Sinne fähig sind, reducirt zu sein. Hierher gehören vorzüglich die Elemente der Knochen und zum Theil des Nervensystemes. Die Krystalllinse, welche sich ebenfalls wiederherstellt, erinnert bei diesem Processe noch sehr an die Restitutionsbildungen, welche bei den Horngeweben mehr oder minder eintreten. Eben so berührt die Ergänzung der Lücken in Sehnensubstanzen sehr nahe diejenigen Processe, aus welchen wahre Narbenformationen hervorgehen.

Die Oberhaut befindet sich im gesunden Körper in einem fortwährenden Wiederherstellungsprocesse, indem die äußersten Schichten abgehen, in der Tiefe neue erzeugt werden und die zwischen den beiden Extremen befindlichen Zellen immer weiter in ihrer Ausbildung fortschreiten. Eine Lücke derselben muß auf diese Weise, so lange die Matrix

der Lederhaut unversehrt ist, gleich der übrigen Oberhaut früher oder später entfernt werden. Daß sie aber nicht durch neue Regenerationssubstanz ausgefüllt werde, läßt sich bei ihrer Distanz von dem Bildungsheerde der Blutgefäße und der stets neu erfolgenden Zellenformation des malpighischen Schleimes schon theoretisch erwarten. Nur in dem letzteren kann sich ein Substanzenverlust durch neue homogene und sich später fortbildende Zellen ausfüllen. Schneidet man dagegen ein quadratisches Stückchen aus den höheren und älteren Epidermidallagen aus, so bleibt es in seiner Fläche und an seinen Begrenzungslinien so lange unverändert (E. H. Weber), bis es endlich durch den Häutungsproceß der Oberhaut schwindet. Etwas Aehnliches gilt von den Nägeln, welche ebenfalls trotz ihrer anhaltenden Restitution in ihren ausgebildeteren Elementen keiner Regeneration fähig sind. Auch die Haare bieten analoge Verhältnisse dar. Ein Substanzenverlust, welcher in dem ausgebildeten Haarschafte entstanden ist, füllt sich nicht mehr. Nur von der Wurzel her und in der Nähe von dieser wird neue Haarmasse gebildet. Tritt eine Wiederherstellung ausgefallener Haare ein, ersetzt sich bei Thieren der Haarwuchs periodisch von Neuem, so beginnt die Bildung in der unmittelbaren Nachbarschaft der Matrix. Ist diese verödet oder geschwächt, so findet keine Redintegration Statt und Kahlheit bleibt die nothwendige Folge dieser Verhältnisse. Ueber die Wiederherstellung der Epithelien siehe oben §. 518.

Bei Integrität der Linsenkapsel ist die Krystalllinse einer zwar sehr langsamen, aber bestimmt nachgewiesenen Wiedererzeugung fähig. Hat man z. B. bei einem Kaninchen die Hornhaut und durch diese die Linsenkapsel geöffnet und durch die Wunde die Krystalllinse herausbefördert, so findet man unter günstigen Verhältnissen nach mehreren Monaten innerhalb der zusammengefallenen Kapsel eine Substanz, welche sich dem freien Auge mehr oder minder als Linsenmasse darstellt, durch Wasser wenig getrübt wird, durch Weingeist dagegen sogleich ihre Durchsichtigkeit verliert und ein kreideweißes Ansehen erhält. Unter dem Mikroskope findet man die Elemente des gewöhnlichen Gewebes der Krystalllinse. Allein wie bei embryonalen Linsen erscheint häufig die Menge der Linsenzellen, welche sonst der morgagnischen Feuchtigkeit allein angehören, in allen Tiefen des Linsenkörpers. Wie im Fötus zeigen sich viele Linsenfasern, selbst wenn sie dem Centrum angehören, breiter als in dem ausgebildeten Zustande. Einzelne Massen der neuen Linsensubstanz stellen gleichsam geronnene Klumpen dar und haben entweder eine amorphe Beschaffenheit oder einzelne feine Fasern. Die ganze Linse ist von sehr viel Feuchtigkeit durchtränkt. Zugleich fehlt ihr an vielen Punkten die regelmäßige Schichtung, welche das normale, ursprünglich gebildete Organ auszeichnet. Neben einzelnen zwiebelartigen Schichten sieht man an manchen Stellen mehr unregelmäßige dazwischen geworfene Massen, oder die Continuität der Theile ist an verschiedenen Punkten gänzlich unterbrochen.

Die Linsenkapsel scheint auf diese neue Linsenmasse einen wesentlichen Einfluß auszuüben. Unmittelbar nach der Entfernung der gesunden Linse fällt natürlich die Kapsel zusammen, wird in der Richtung von vorn nach hinten sehr flach und verkleinert auch ihre übrigen Durchmesser. Die neue Linsenmasse findet also auf diese Art einen beschränkteren Raum für ihre Ablagerung. Bei ihrer bedeutenden Weichheit und der Sparsamkeit ihrer Masse gelingt es ihr nur sehr allmälig, ihr Volumen zu vergrößern. Ist daher auch schon die ganze Kapsel durch Linsensubstanz wiederum ausgefüllt, so erscheint diese doch kleiner und platter als dem Normalzustande entsprechen würde. Allein der Einfluß der Linsenkapsel scheint sich noch weiter auszudehnen. Da nämlich, wo sie bei der Extraction verletzt worden, zeigte sich auch eine Lücke in der wiedererzeugten Linsensubstanz. Das Bildungsorgan der neuen Linsenmasse ist vermuthlich weder die Kapsel im Ganzen, noch die vordere Wand derselben allein. Es liegt vielmehr in den Capillarnetzen, welche auch die gesunde Linse ernähren.

Hat ein Mensch bei der Operation des grauen Staares die Linse verloren oder ist diese dann niedergedrückt, d. h. an eine andere Stelle des inneren Auges befördert worden, so findet man nicht selten nach Jahren eine rudimentäre Linse in der Kapsel. Wie es scheint, hängen die Quantitäten derselben von dem Grade der Verletzung der Kapsel und der ernährenden Gefäße vorzugsweise ab. Ueber diese Verhältnisse siehe vorzüglich: **Wilh. Soemmerring Beobachtungen über die organischen Veraenderungen im Auge nach Staaroperationen. Frankfurt a. M. 1828. 8.** und **K. Textor über die Wiedererzeugung der Krystalllinse. Würzburg. 1842. 8.**

Der Grund, weshalb sich die Substanz der Linse vor vielen anderen Geweben durch

ihr Wiedererzeugungsvermögen auszeichnet, ist noch unbekannt. Einen Fingerzeig hierfür geben vielleicht ihre embryonalen Verhältnisse. Wir wissen, daß die Linsenkapsel ursprünglich eine Einstülpung der äußeren Haut darstellt. Die Linsenmasse parallelisirt sich daher in gewisser Hinsicht mit den Epidermidalzellen und befindet sich deshalb vielleicht auch später in Verhältnissen, welche ihre Neubildung begünstigen. Daß diese nur unvollständig erfolgt, wird durch den verhältnißmäßig geringen Umfang der blutgefäßreichen Matrix veranlaßt. Ob dadurch auch die so große Langsamkeit des Absatzes des neuen Linsengewebes bedingt werde oder nicht, steht dahin.

Die peripherischen Nerven regeneriren sich sehr häufig nach Substanzverletzungen. Hat man aus einem Nerven, z. B. eines Kaninchens, ein Stück ausgeschnitten, so entfernen sich, indem auf diese Weise die Ueberreste ihrer natürlichen Tension beraubt sind, die Durchschnittsenden von einander. An der Oberfläche der Nervenstämme zeigen sich daher zugleich jene Querlinien, welche wir so häufig an anderen physikalisch verkürzten Nerven vorzüglich bei der Präparation am Leichnahme wahrnehmen. Vermöge der Contractilität der Hüllen kann an den Stumpfenden etwas Nervenmark hervortreten. Oder die Durchschnittsstellen der Primitivfasern erscheinen zum Theil schwach gebogen oder sonst ihrer normalen Lage in geringem Grade entrückt. Sind nun die Bedingungen zur vollständigen Wiedererzeugung gegeben, so bildet sich zuerst ein Exsudat, welches die Lücke zwischen den beiderseitigen Nervenstümpfen ausfüllt, jedoch mehr Raum als die verloren gegangene Substanz einnimmt. Die betreffende Stelle des Nerven erscheint daher dicker und die vergrößerte Masse klebt nicht selten an benachbarten Muskeln oder an anderen naheliegenden Theilen an. In diesem Exsudate, welches häufig nicht rein weiß, sondern gelblich oder selbst schwach röthlich gelb erscheint, entstehen Kern- und wahrscheinlich auch Zellgebilde, welche die Grundlage der bald darauf sich erzeugenden neuen Gewebe darstellen. Untersucht man später feine mit dem Doppelmesser verfertigte Schnitte, welche, der Achse des Nerven mehr oder minder parallel, noch Theile des oberen und des unteren Nervenstumpfes enthalten, unter sehr leisem Drucke, so sieht man, daß die beiderseitigen Nervenprimitivfasern mit ihrem Nervenmarke bis in die beiden Enden der Ausschwitzungsmasse hineinreichen und hier einander gegenüber liegen. Durch diese gehen dann schwächer gezeichnete gleich breite oder ein wenig schmälere Fasern, die einerseits mit einem Durchschnittsende einer oberen und anderseits mit einem solchen einer unteren Primitivfaser in Verbindung stehen und offenbar die embryonalen Anlagen der neuen Nervenfasern bilden. Sie sind nach beiden Enden hin, wo sie an die verbliebenen normalen Nervenfasern stoßen, am schärfsten ausgebildet und treten je weiter nach der Mitte hin, um so schwächer hervor. Hieraus scheint zu folgen, daß die Bildung der neuen Fasern nicht bloß von den Durchschnittsenden des oberen, sondern auch des unteren Nervenstumpfes ausgeht und daß sie von da nach der Mitte hin fortschreitet. Später gewahrt man in der Exsudatmasse vollkommene Primitivfasern, welche jedoch anfangs im Ganzen schmäler erscheinen (H. Nasse), nach Jahren dagegen kaum in irgend einer Hinsicht von älteren Fasern unterschieden werden können. In wiefern sich bei diesem Wiederherstellungsprocesse die physiologischen Verhältnisse des Nerveneinflusses ändern, in wiefern auf diesem Wege gleichartige oder heterogene Primitivfasern der Nerven mit einander in Verbindung treten, wird in der Nervenphysiologie genauer dargestellt werden.

Da in der Ausschwitzungsmasse nur höchstens so viele Nervenfasern, als verloren gegangen sind oder als dem oberen und dem unteren Nervenstumpfe entsprechen, gebildet werden können, so folgt hieraus schon von selbst, daß das Exsudat, welches ein größeres Volumen als das fehlende Nervenstück besitzt, entweder in seinem Ueberschußtheile aufgesogen oder bei fernerer Fortbildung in fremdartige Gewebtheile verwandelt werden muß. Der letztere Fall bildet die Regel. Es bleibt die knollige Anschwellung, sie verringert zwar nach und nach ihren Umfang, erzeugt aber in sich eine große Menge von cylindrischen Fäden, welche mit denen des Zellgewebes isomorph sind. Nach längerer Zeit scheinen nur diese noch übrig zu bleiben. In frühern Stadien dagegen sieht man zwischen ihnen noch Reste jüngerer Stadien der Entwickelung, wie Exsudatkörperchen, amorphe Massen u. dgl. Nervenkörper entstehen hier nie, und die Angaben, daß dieses Statt finde (Klencke), beruhen wahrscheinlich auf einer Täuschung, welche durch die zelligten Ausschwitzungsstoffe und deren gelbe bis röthlich gelbe Farbe veranlaßt worden. Ein vollständig wiedererzeugtes Nervenstück bleibt daher immer noch knollig angeschwollen. Diese verdickte Stelle bildet entweder einen fortlaufenden Knoten oder besitzt eine Reihe von unregelmäßigen Abthei-

lungen. Je nach Verschiedenheit der Fälle ist der Knollen sehr ungleich. Häufig jedoch scheint er in der Gegend des oberen Nervenstumpfes bedeutender als in der des unteren zu sein. Seine Fadencylinderbündel heften ihn zugleich an benachbarte Theile. Bisweilen erhält sich dann diese Knollenbildung, wie selbst an dem Menschen gemachte Erfahrungen lehren, das ganze Leben hindurch. In manchen Fällen dagegen scheint auch sie noch dem Aufsaugungsprocesse anheimzufallen. Wenigstens vermochte ich z. B. an Zungenschlundkopfnerven des Hundes, welche ich vor 3—4 Jahren durchschnitten hatte, die Verletzungsstelle nur an einigen abnormen Anheftungen an Nachbartheile noch wiederzuerkennen. Die Nerven selbst boten keine Unebenheiten dar.

Trotz der Leichtigkeit, mit welcher sich die peripherischen Nerven wiedererzeugen, erfolgt der Regenerationsproceß derselben nicht in allen Fällen. Eine Hauptbedingung besteht darin, daß die Durchschnittsenden der Nervenstümpfe frei bleiben. Denn nur dann scheint die Exsudatmasse von ihnen aus die neuen Nervenfasern hervorbringen zu können. Dreht man nach der Durchschneidung einen der Nervenstümpfe zusammen und verwickelt ihn knotenartig, so erfolgt, so weit die bisherigen Erfahrungen reichen und auch theoretische Gründe andeuten, kein vollkommener Wiederherstellungsproceß. Dieser Satz bildet aber die Grundlage einer chirurgisch operativen Vorschrift. Sind wir genöthigt, einen schmerzempfindenden Nerven bei dem Menschen zu durchschneiden, damit ein entsprechender Theil unempfindlich werde und bleibe, so muß uns Alles darin liegen, den Wiedererzeugungsproceß desselben zu verhüten. Wir erzielen dieses, wenn wir den einen der Nervenstümpfe, und zwar aus Gründen, welche die Nervenphysiologie angiebt, den peripherischen drehen und knotig zusammenrollen. Sonst ist die ganze Operation höchstens nur eine palliative. Mit der Regeneration des Nerven müssen auch die früheren Leiden von Neuem zurückkehren. Ein zweites Moment, welches die Wiedererzeugung unmöglich macht, ist eine zu große Entfernung und Verschiebung der durchschnittenen Theile. In wiefern endlich noch eine Verschiedenheit der Ernährungszustände hierauf einwirke, ist unbekannt. Frösche, bei denen überhaupt alle Neubildungen so sehr langsam erfolgen, gehen häufig eher zu Grunde als daß ein Wiedererzeugungsproceß Statt gefunden. Aber selbst bei höheren Thieren erfordert dieser meist einen Zeitraum von mehren Monaten, so daß daher z. B. Kaninchen nicht selten eher sterben als daß ihre durchschnittenen Nerven ergänzt erscheinen.

Fehlt die Wiederherstellung des Verlustes, so bleiben die durchschnittenen Nerven nicht unverändert, sondern erleiden eine eigenthümliche Metamorphose. Einzelne Primitivfasern, vorzüglich des peripherischen Stumpfes werden blasser. Ihr Inhalt verliert nach und nach an Schärfe und Deutlichkeit. Sie erhalten allmälig ein graueres Ansehen und theilen dieses jedem ganzen Nervenbündel, in welchem sie vorkommen, schon für das freie Auge mit. Später gewahrt man nur bloße Hüllen, und selbst diese scheinen noch in der Folge zu schwinden. Der ganze Nerve wird auf diese Art weicher und dünner. Geben sich aber diese Erscheinungen vorzugsweise in dem peripherischen Nervenstumpfe zu erkennen, so fehlen sie auch nicht gänzlich dem anderen Theile der durchschnittenen Nerven. Einzelne seiner Primitivfasern erleiden bisweilen ähnliche Veränderungen. Sein Durchschnittsende, welches in manchen Fällen aller Knotenbildung entbehrt und im Gegentheile zugespitzt und verfeinert ausläuft und sich an irgend einen Nachbartheil anheftet, zeigt nur wenige normale Fasern, während diese bald einige Linien höher in größerer Menge auftreten.

Ausführlichere Thatsachen fremder und eigener Erfahrungen geben in dieser Hinsicht: **O. Steinrück de regeneratione nervorum. Berolini. 1838. 8. H. Nasse in Müller's Archiv. 1839. S. 405. Günther und Schoen ebendaselbst. 1840. S. 240. H. Klencke Physiologie der Entzündung und Regeneration in den organischen Geweben. Leipzig. 1842. S. 120. C. Langer über den Bau der Nerven. Wien. 1842. S. 52.**

Auch die peripherischen Nervenkörper scheinen der Regeneration fähig zu sein. Wenigstens zeigten sich in der Ausschwitzungsmasse, welche nach Entfernung des zweiten Halsganglion des herumschweifenden Nerven des Kaninchen entstanden war, neben den gewöhnlichen Producten Körper, welche bei der mikroskopischen Untersuchung für Ganglienkugeln gehalten wurden.

In dem centralen Nervensysteme findet der Regenerationsproceß eine große Beschränkung oder wahrscheinlicher Weise gar keinen Mutterboden, auf welchem er aufzutreten vermag. Wunden, Vereiterungen und andere Substanzverlustarten des Gehirns

zeigen, wenn sie verheilt sind, bloße Narbenbildung. Ein entschiedener Nachweis der Wiedererzeugung, wie er allein durch die sorgfältigste mikroskopische Prüfung geliefert werden könnte, fehlt noch gänzlich.

Die Ursache der leichteren Restitutionsfähigkeit der peripherischen Nervenfasern ist noch durchaus unbekannt. Man könnte hypothetisch annehmen, daß der Fettreichthum des Nervenmarkes hier noch dieselbe Begünstigung der neuen Ablagerung, wie sie bei dem Fette überhaupt eintritt, bedingt. Stellen sich nichts desto weniger die centralen Nervenfasern entweder gar nicht oder nur etwa höchstens in Ausnahmsfällen wieder her, so wären diese dann durch die geringere Menge von feinsten Blutgefäßen, welche die Markmassen des centralen Nervensystemes durchzieht, zu entschuldigen. Allein man sieht bald, daß auch diese Hypothese einerseits zu unbestimmt ist und anderseits sehr viele Schwierigkeiten gegen sich hat.

Unter allen normalen Geweben des Körpers wird keines mit solcher Leichtigkeit wieder hergestellt und überhaupt geliefert als die Knochensubstanz. Denn hier ergänzen sich nicht nur größere Massen von verloren gegangenen Theilen, sondern es erzeugt sich dann auch ein so üppiges Wachsthum, daß das neue Gebilde, welches den Bau der ächten Knochenmasse wiederum besitzt, das verloren Gegangene an Umfang mehr oder minder übertrifft. Wenn z. B. ein Knochen in seiner Continuität gebrochen ist und sich selbst nicht verschoben hat oder nachträglich in seine normale Lage gebracht worden, so entsteht eine so bedeutende Menge neuer Knochensubstanz oder von sogenanntem Callus, daß nicht bloß die Trennungslinie ausgefüllt wird, sondern daß das neue Product eine mehr oder minder bedeutende Vergrößerung des Umfanges der verletzten Stelle veranlaßt. Sind die Bruchenden durch den Zug der Muskeln von einander entfernt worden, so wird die Lücke mit einem voluminösen Callus ausgefüllt. Dieser nimmt auch hier noch mehr Raum ein als dem Substanzverluste entspricht. Der normale Hergang der Callusbildung reducirt sich (nach Miescher) auf folgende Punkte.

Durch den Bruch werden die in dem Knochen selbst verlaufenden Blutgefäße, so wie die der Beinhaut, welche letztere bis zu einer größeren oder geringeren Entfernung von der Bruchlinie abgerissen ist, zerrissen. Dasselbe ist, indem die Knochenfragmente durch den Zug der keinem Widerstande ausgesetzten Muskeln verschoben worden, mit den benachbarten Weichgebilden mehr oder minder der Fall. Wir haben daher an der Bruchstelle ein verhältnißmäßig bedeutendes Extravasat von Blut, welches geronnen und meist dunkel gefärbt erscheint. Dieses dringt auch, wenn es die Beschaffenheit des Bruches gestattet, in die Markhöhle des verletzten Knochens hinein. Bald darauf entzünden sich sämmtliche Weichgebilde und infiltriren sich in Folge dessen mit einem mehr oder minder flüssigen bis halbflüssigen Exsudate. Während hierdurch die rothe Farbe des Ergossenen verwaschener wird, verdichten sich die afficirten Weichgebilde und haften inniger an einander. Unterdeß schwillt die Beinhaut an. Zwischen ihr und dem Knochen lagert sich eine gallertige Ausschwitzungsmasse ab. Anderseits verdickt sich auch das Mark, erhält eine weißere Färbung und haftet inniger an dem Knochen. Von ihm aus sproßt eine röthlich weiße halbdurchsichtige Masse hervor. Diese bildet mit dem äußeren Exsudate, welche zwischen Beinhaut und Knochen begann, eine Art von Kapsel oder vorläufiger Verbindungsmasse, welche jetzt schon nicht nur die Lücke des Knochens ausfüllt, sondern selbst über diese hinausgeht. Sie zeigt aber bald eine Verschiedenheit ihres Baues. Die äußere peripherische Abtheilung derselben erscheint in der Form eines Exsudates und tritt als körnige Masse auf. Die inneren Theile dagegen bieten schon sowohl dem freien Auge als unter dem Mikroskope die Charaktere der ächten Knorpelsubstanz dar. In dieser treten Höhlungen als Anfänge der Markkanälchen, welche durch Knochenbälkchen geschieden werden, auf. Beiderlei Gebilde aber beginnen nicht in der Mitte des provisorischen Callus, sondern gehen von den Bruchstellen des verletzten Knochens aus und schreiten von da jederseits nach der Mitte hin fort. Die Ossification greift nun weiter um sich und beherrscht bald diese gesammte zuerst gebildete Callussubstanz. Unterdeß entsteht in dem Umkreise der letzteren eine neue Knorpelmasse, die ebenfalls bald verknöchert. Doch bleibt dieser secundäre Callus längere Zeit weniger dicht als der primäre. Auf solche Art entsteht das verbindende Knochenstück, verdrängt nach und nach die übrigen Ausschwitzungsprodukte und bildet eine oft zackige und unebene Ergänzungssubstanz, welche sich jedoch häufig mit der Zeit mehr zurundet, gleichsam abschleift und nicht selten hierbei an Umfang verliert. Bleibt sie in übermäßigem Grade zurück oder vergrößert sich selbst noch, so

bezeichnet man diesen Zustand mit dem Namen des wuchernden Callus (Callus luxurians). Während er sich aber äußerlich vollendet, leiten sich in seinem Innern die Processe der Markbildung ein. Diejenigen Markkanälchen nämlich, welche von den Bruchflächen am entferntesten liegen, erweitern sich immer mehr und mehr. Die Knochensubstanz wird auf diese Art in dem Centrum sparsamer und lockerer. Indem dieser Hergang nach den gesunden Knochentheilen fortschreitet, entsteht ein fortlaufendes Marksystem. Hierbei können selbst größere Scheidewände, wenn sie vorhanden waren, der Aufsaugung verfallen.

Ein gesunder und starker Callus verbindet die Knochenstücke so fest mit einander, daß eher diese als die Callusmasse bei irgend einer nachfolgenden Verletzung bricht. Nur in Folge dyskrasischer Krankheitsprocesse treten die Fälle ein, daß ein Callus von neuem erweicht oder daß er sich nicht bildet, daß die Bruchlücke gar nicht oder von einer weichern Masse ausgefüllt wird und daß dann ein sogenanntes künstliches Gelenk entsteht. Der letztere Zustand wird häufig durch einen Mangel an entzündlicher Reaction und bildender Thätigkeit hervorgebracht. Wir heilen ihn daher bisweilen, wenn wir durch das künstliche Gelenk ein Haarseil hindurchziehen oder die Bruchflächen abtragen und so neue Bildungsprocesse hervorrufen.

Die reichliche hierher gehörende Literatur, so wie vielfache eigene Beobachtungen über diese und andere krankhafte Verhältnisse der Knochen finden sich bei F. Miescher de inflammatione ossium eorumque anatome generali. Berolini. 1836. 4. Vergl. auch Klencke a. a. O. S. 148.

Gleichwie die Callusmasse im Wesentlichen die Structur des gesunden Knochens zeigt und nur in Einzelnheiten von diesem abweicht, z. B. wo sie compacter ist, weniger Markkanälchen darbietet, so sind auch die unorganischen Verbindungen in beiden Produkten die gleichen. Die Asche derselben besteht vorzugsweise aus basisch phosphorsaurer und kohlensaurer Kalkerde, welcher etwas Talkerde beigemengt ist, nebst geringen Quantitäten löslicher alkalischer Salze. Die relativen Verhältnisse aber fallen nach Verschiedenheit des Entwickelungsstadium des Callus verschieden aus. Bei einer von Lassaigne gemachten Untersuchung führte der gesunde Knochen 40,0 %, der innere Callus desselben 48,5 %, der äußere dagegen 50 %, also mehr organische Bestandtheile. Wir können hieraus mit Recht schließen, daß diese Callusbildung noch einem unvollendeteren Entwickelungsstadium angehörte. Nach Lassaigne sollten dann die Mengen der phosphorsauren und der kohlensauren Kalkerde etwas verringert, die der löslichen Salze dagegen ungefähr die gleichen wie in dem gesunden Knochen gewesen sein. Allein da für den letzteren 12,4 % alkalischer Salze angegeben werden, die normalen Knochen dagegen immer bedeutend weniger enthalten, so fand entweder ein Irrthum der Analyse Statt oder der scheinbar gesunde Knochen war selbst schon unvollkommen ausgebildet; denn in allen halb vollendeten knochigten und erdigten Ablagerungen erreichen die Quantitäten der löslichen alkalischen Salze, vorzüglich das Chlornatrium eine bedeutende Höhe. In der Callusmasse der Rippe eines Pferdes fand ich 52,495 %, in dem daran grenzenden gesunden Knochenstücke 52,70 % Asche. Der Callus enthielt in frischem trockenen Zustande 1,301 % basisch phosphorsaurer Kalkerde weniger und 1,237 % kohlensauren Kalkes mehr als der gesunde Knochen. Beide Verbindungen befanden sich also ungefähr in gegenseitiger Ausgleichung, und der relative Ueberschuß des kohlensauren Kalkes bildete ein Merkmahl des später erzeugten Produktes. Da aber dieser so häufig eine größere Festigkeit als der benachbarte gesunde Knochen darbietet, so kann auch noch der Fall eintreten, daß die neue Masse mehr Asche als die ältere führt. So fand z. B. Sebastian in dem gesunden Schädelknochen nur 60 %, in dem Callus desselben dagegen 66,80 % feuerbeständiger Elemente.

Nur die erwähnten Horngebilde sind einer vollkommenen Restitution, nur die genannten Gewebe einer vollständigen Regeneration in unserem Körper fähig. Alle anderen heilen bei dem Menschen, so weit die bisherigen sichern Erfahrungen reichen, durch Narbenbildung. Dieses Gesetz ist um so merkwürdiger, als viele, ja alle Gewebe, welche in diese Kategorie gehören, noch in Erwachsenen an Elementartheilen zunehmen können. Dieses geschieht zunächst bei den normalen Wachsthumsverhältnissen in jüngeren Jahren. Indirect läßt sich außerdem erschließen, daß in einem stärker werdenden und sich vergrößernden Muskel die Zahl der Muskelfasern vergrößert erscheint. Allein eine Muskelsubstanzlücke füllt sich nur durch Narbenmasse aus. Da aber diese zuletzt Fäden führt, welche in die Klasse der Fadencylindergewebe gehören, so resultirt in dieser Beziehung eine Reihe von Erscheinungen, über welche sich zur Zeit noch kein ganz bestimmtes Urtheil fällen

läßt. Wir sehen nämlich, daß Substanzlücken von Fadencylindergeweben durch fadige Gebilde ausgefüllt werden können. Vorzüglich gilt dieses von den Sehnen. Durchschneiden wir eine solche, so sorgt schon die dann ungehinderte Contractilität des entsprechenden Muskels dafür, daß sich die Durchschnittsflächen von einander entfernen. Die Lücke füllt sich mit Exsudat und dieses organisirt sich zu Fadencylindern, welche in ihrer Form sowohl mit Narbenfäden als mit Sehnenfäden übereinstimmen oder die wenigstens bis jetzt kein unzweifelhaftes unterscheidendes Merkmal von den letzteren dargeboten haben. Denn eine Verschiedenheit der Durchmesser (Klencke) läßt sich bei der Feinheit dieser Elemente und bei der Leichtigkeit, mit welcher hier Fädenbündel mit einzelnen Fäden verwechselt werden, kaum als bindend ansehen. Streng genommen wissen wir daher nicht, ob die neue Substanz Sehnenmasse oder ausgedehnte exsudative Faserbildung, wie wir sie auch zum Theil in den Knoten der Amputationsstümpfe antreffen, ist. Daß sie sogar in die letztere Rubrik wahrscheinlicher Weise gehört, kann daraus entnommen werden, daß eine so verheilte Sehne leichter in ihrer Continuität als in ihrer neuen Verbindungsmasse reißt.

Die Erfahrungen über die sogenannte Wiederherstellung der Sehnen finden sich bei F. A. ab Ammon de physiologia tenotomiae experimentis illustrata. Dresdae. 1837. 4.

Offenbar sind es zweierlei Gewebtheile, welche die Natur im Erwachsenen am leichtesten als Endresultat einer sich ausbildenden Ausschwitzung hervorbringen kann, nämlich Fadencylinder und Knochengewebe. Beider bedient sie sich dann auch, um Substanzlücken von Theilen, welche sich nicht wiedererzeugen, zu füllen oder die Durchschnittsflächen zu verbinden. Verletzungen der Muskeln, des Gehirns, der äußeren Haut, der Drüsen u. dgl. werden durch Fadencylinder, durch Narbenfasern geheilt. Diese nähen aber die Theile gleichsam zusammen, ziehen sie an einander und nehmen nicht den ganzen Raum, welchen das verloren gegangene Stück erfordert, in Anspruch. Jede Narbenbildung ist daher, wenn der Proceß derselben sich selbst überlassen bleibt, mit Entstellung der Theile verbunden. Nur wenn durch consequentes Auseinanderziehen der entsprechenden Ränder ein Widerstand entgegengesetzt wird, können Difformitäten der Art verhütet werden. Aus dem reichlicheren Exsudate organisiren sich dann auch mehr neue Fadencylinder. Wie aber diese vorzüglich zur Ausfüllung von Continuitätsunterbrechungen der Weichtheile benutzt werden, so kann sich auch die Natur zu ähnlichen Zwecken bei erdigen Hartgebilden der Knochensubstanz bedienen. Spalten in Pferdezähnen z. B. verheilten nicht durch Zahnmasse, sondern durch Knochensubstanz. Sie ist es auch, welche, wie wir gesehen haben, bei vielen Vererdungsprocessen leicht auftritt. Erdige Ablagerungen in der Dura mater, an der Netzhaut, in den Muskeln zeigen in der Regel den vollständigen Bau der ächten Knochen, während andere Concremente meist dieses Vorzugs entbehren.

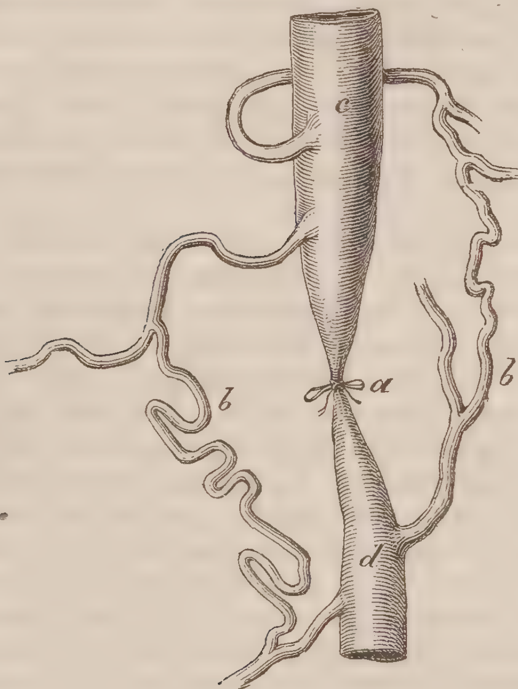
An diese Erscheinungen der Wiedererzeugung schließen sich unmittelbar die Phänomene der Wiederherstellung der Canäle, welche für die Aufnahme von Flüssigkeiten unseres Körpers bestimmt sind. In weiter organisirten Exsudaten nämlich erzeugen sich Blutgefäße, welche mit denen der Nachbarschaft unmittelbar in Verbindung stehen und die sowohl Arterien als Capillaren und Venen enthalten. Ein pathologisches Band z. B., welches die beiderlei Pleuren an einander heftet, hat diese häufig, besonders wenn es älter ist, eben so gut als der Callus, welcher eine fehlende Knochenmasse ersetzt. Nur scheinen bei dem ersteren die verhältnißmäßigen Mengen der Blutgefäße geringer auszufallen. Auch von Lymphgefäßen können ältere organisirtere Ausschwitzungen durchzogen werden (Schröder van der Kolk)[1]. Allein von allen diesen Verhältnissen unterscheiden sich die Erscheinungen, durch welche in Folge der Unterbindung eines Gefäßes der Kreislauf wiederhergestellt wird. (Vergl. §. 397.) Unterbindet man eine Schlagader, z. B. die Schenkelarterie, in der Mitte oder dem oberen Theile des Oberschenkels, so ist für den Augenblick der Zufluß der größten Menge Blutes zu der entsprechenden unteren Extremität abgeschlossen. Das von der Iliaca aus mit seinem gewohnten Drucke eingetriebene Blut findet an der Unterbindung einen unbesiegbaren Widerstand. Der Gegendruck pflanzt sich fort, und es wird so ein Theil Blutes selbst von der Iliaca abgelenkt.

---

[1]) Siehe A. H. F. de Lespinasse specimen anatomico-pathologicum de Vasis novis pseudomembranarum tam arteriosis et venosis, quam lymphaticis. Traj. ad Rhen. 1842. 8. fig. 1—10.

Da aber die Schenkelarterie oberhalb der Unterbindungsstelle noch Seitenzweige abgiebt, so haben diese eine größere Pression auszuhalten und müssen durch diesen mehr Blut als gewöhnlich aufnehmen. Die in ihnen eingeschlossene Flüssigkeitssäule wird, durch den Druck getrieben, jeden ihr möglichen Ausweg suchen. Sie wird diesen aber am leichtesten in denjenigen Zweigchen finden, welche mit den Verästelungen der Arterien zunächst unterhalb der Unterbindung in Communication stehen. Jeder kleinere oder größere Zwischenweg, welcher sich, die Unterbindungsstelle umgehend, auf diese Art darbietet, wird eifrig benutzt werden. Denn durch ihn kann das unter einem stärkeren Drucke befindliche Blut in die Schenkelarterie und deren Verästelungen ausweichen. So wie aber einmal solche Ableitungsbahnen aufgefunden worden, werden sie nicht nur durch das gedrückte Blut in Anspruch genommen werden, sondern es wird sich auch in gleichem Maaße der Gegendruck vermindern. Es wird so wiederum durch die Iliaca die normale Blutmenge zuströmen. Die Communicationsbahnen aber werden sich, indem immer mehr Blut durch sie hindurchgepreßt wird, immer bedeutend erweitern, bis endlich die Summe ihrer Lumina der Größe des natürlichen Lumens der Schenkelarterie an die Unterbindungsstelle gleich oder ihr nahe kommt. Dann werden wir über und unter der Unterbindungsstelle a sogenannte Collateraläste b b haben, welche das obere freie Stück c der **Arteria cruralis** mit dem unteren Stücke derselben d in Verbindung setzen. Das Blut wird daher ohne Hinderniß von c durch b nach d und den ferneren Verzweigungen der Schlagader strömen. Wurde daher z. B. im Anfange der seines Blutzuflusses beraubte Fuß kalt und drohte er in Brand überzugehen, so wird er allmälig wiederum warm und kehrt nach und nach zu seinen Normalverhältnissen zurück. Indem sich aber auf diese Weise feinere Gefäße zu Collateralästen erweitern, dehnen sich ihre Wandungen nicht bloß passiv aus, sondern bilden sich auch auf eine der Größe des Gefäßes entsprechende Weise hervor. Hierbei sind es nie Capillaren, sondern stets noch größere Gefäße, welche die Thätigkeit des Collateralkreislaufes übernehmen. Der Grund hiervon besteht darin, daß meist noch vor den eigentlichen Capillaren Verbindzweigchen existiren und daß daher der Weg durch diese als der leichteste gewählt wird. Allein wenn selbst nur ein kleineres Zweigchen einen solchen Ausgang darbietet, so muß diesem schon der Vorzug gegeben werden. Eine Erweiterung der kleinsten Gefäße, wie wir sie z. B. bei Telangiektasieen wahrnehmen, kann daher hier nie zu Stande kommen. Der eben geschilderte Hergang ist bei größeren wie bei kleineren Schlagadern derselbe. Selbst der Verschluß des Aortenbogens kann, wie Erfahrungen am Menschen lehren, auf diesem Wege, wenigstens für eine Zeit lang, unschädlich gemacht werden [1].

Fig. 30.



Bei den zahlreichen Anastomosen, welche schon im Normalzustande zwischen den größeren Venenstämmen Statt finden, hat hier das auch unter einem geringeren Drucke strömende Blut selbst nach Unterbindung oder Verstopfung eines Hauptstammes noch reichliche Abflußwege. Doch zeigen sich auch hier bei größeren Hindernissen ähnliche Erweiterungen der schon vorhandenen größeren Verbindungszweige. Vollständige Aufschlüsse über diese Verhältnisse finden sich in der schon §. 398 genannten Schrift von H. Stannius.

---

[1]) Eine äußerst gelehrte, mit eigenen Erfahrungen bereicherte Arbeit über diese und andere krankhafte Verhältnisse der Arterien ist **Fr. Tiedemann von der Verengung und Schliessung der Pulsadern in Krankheiten. Heidelberg. 1843. 4.**

Bei den Arterien sowohl als den Venen werden diejenigen Theile der Gefäße, durch welche kein Blut mehr fließt, unwegsam. Zuerst häufen sich in ihnen geronnenes Blut und Exsudatmassen an. Später verschwinden diese. Das cylindrische Gefäß verwächst zu einem mehr oder minder platten und verdünnten Bande. Diese Umänderung reicht bis zu den Stellen, an welchen oben und unten offene Seitenzweige abgehen.

Man sieht nun leicht ein, daß die eben geschilderten Vorgänge von denen der wahren Wiedererzeugung wesentlich verschieden sind. Die Gefäße erweitern sich und erhalten ihrer Vergrößerung entsprechend dickere Wände. Nun fragt es sich aber, ob nicht eine wahre Regeneration der Gefäße noch Statt finden könne, wenn der Blutlauf ununterbrochen ist. Meine bisherigen Beobachtungen erlauben in dieser Beziehung noch keine bestimmten Angaben. Ich schnitt, nachdem vorher die nothwendigen Unterbindungen gemacht worden, ein Stück der Nierenschlagader von zwei Kaninchen und der Vena saphena des Hundes aus und ersetzte sie durch entsprechend dicke Federkielstücke, welche ich wiederum mit Ligaturen befestigte, so daß der Blutlauf ungestört durch diese vor sich gehen konnte. Nach einigen Wochen fand ich sie, wie dieses auch bei anderen in inneren Theilen eingeschlossenen fremden Körpern beobachtet wird, von einem Exsudate eingekapselt. Das letztere bot aber noch keine durchgehend faserige Structur und keine deutlichen Elemente der Gefäßhäute dar. Das Blut zeigte sich in allen drei Federkielen als ein röthliches Coagulum, so daß durch sie wahrscheinlicher Weise im Leben der Kreislauf unterbrochen worden war. Jedoch läßt sich aus diesen Beobachtungen noch nicht schließen, daß nicht auch in glücklicheren Fällen eine wahre Wiedererzeugung Statt finde. Wenigstens könnte zum Theil die Analogie der größeren Drüsengänge hierfür sprechen. Denn diese sind im Stande, nach Durchschneidungen ihr früheres Lumen wiederherzustellen (Joh. Müller).

Ist ein Theil des Körpers vorzüglich eine Extremität, welcher keiner Wiederherstellung auf dem Wege der Wiedererzeugung fähig ist, hinweggenommen worden, so erfolgen in dem Stumpfe eine Reihe von ferneren Veränderungen, welche sich wenigstens zum Theil erklären lassen. In dem Momente, in welchem bei einer Amputation die Muskeln und die anderen Weichgebilde durchschnitten werden, ziehen sich diese zurück. Gefäße und Nerven verlieren hierbei schon an Länge. Die Haut selbst runzelt sich, sobald sie in hinreichender oder sogar überflüssiger Menge zurückgelassen worden. Erfolgt nun die Narbenbildung, so heilt die Haut bei vollkommenem Gelingen linear zusammen. Sonst dagegen bildet sie Falten und Erhebungen, welche mehr oder minder nach der Narbenstelle convergiren, als würde sie von hier mit Gewalt zu einer Naht zusammengezogen. In der Regel befindet sich dann die Narbe an ihrer früheren Stelle, d. h. gerade vor dem Knochenstumpfe. Da aber nicht selten einzelne der Muskeln mit der Haut und der Narbe verwachsen und der reguläre Antagonismus der Muskeln, wie er bei unverstümmelten Gliedern existirt, verloren geht, so ereignet es sich nicht selten, vorzüglich bei einknochigen Theilen, z. B. bei Oberschenkelstümpfen, daß die Narbe einseitig und zwar nach hinten verzogen wird. Eben so werden hierdurch, so wie durch die ungleiche Contractilität der übrigen Organe, die Endränder des Stumpfes nicht selten ungleich. Die Narbe selbst und deren nächste Umgebungen bieten eine Oberhaut dar, welche bisweilen eine Geneigtheit hat, sich in kleinen Schuppen loszulösen, deren Zellen dann noch, wenn sie losgestoßen werden, inniger an einander haften. Doch fehlt auch diese Erscheinung bei manchen Stümpfen gänzlich. Die durchschnittenen Muskeln und deren Sehnen wachsen an die Haut oder die unter ihn am Ende des Stumpfes liegende Narbenmasse an. Ziehen sich größere Muskelpartien bedeutender zurück, so gehen bisweilen stärkere Nebenmassen bis zur Haut hinab. Oft verwachsen auch heterogene Muskelstümpfe auf diesem Wege mehr oder minder mit einander. Außer Thätigkeit gesetzte Muskeln, wie z. B. der Brachialis internus bei alten Oberarmstümpfen, erscheinen nicht selten in hohem Grade geschwunden. Mit wenigen bald zu nennenden Ausnahmen zeigen die Muskelfasern, selbst wenn sie schon in die Narbenmasse eindringen, ihre Querstreifen, sobald sie nur noch im Leben thätig waren. War dieses aber nicht der Fall, so erscheinen sie schon dem freien Auge blasser und bieten unter dem Mikroskope ein Ansehen, wie halbmacerirte Fasern, welche keine Querstreifen, aber einen unregelmäßigen Körnchenbelag haben, dar. Zu gleicher Zeit sieht man nicht selten relativ viele Fettkugeln an und zwischen ihnen. Wahrscheinlich findet auch hier local dasselbe Statt, was bei anderen lange in

Ruhe befindlichen oder gelähmten Muskelfasern eintritt, d. h. diejenigen, welche weniger in Thätigkeit sind, zu geringerem Umsatze Veranlassung geben und daher sich auch anatomisch umändern, nehmen Fettkugeln in reichlicherem Maaße zwischen sich auf. Die Durchschnittsstellen der größeren Arterien- und Venenstämme sind in der Regel an die Narbenmasse oder die Knollen derselben ligamentös angeheftet. In der Nähe dieses Bandes gehen oft, vorzüglich bei den Hauptschlagadern, Seitenzweigchen ab. Doch findet man auch am Ende noch kleine Strecken des Arteriencylinders, welche nicht geschlossen sind und von denen doch seitlich keine Nebenzweige abtreten. Das unterste Ende der Gefäße wird dann etwas platt und läuft in eine dichte bandförmige Masse aus. Diese, welche solid ist, aller Höhlung entbehrt und im Wesentlichen aus Fadencylindern besteht, geht entweder in eine benachbarte Knollensubstanz, oder in die Narbenbildung, oder in die in der Nähe gelegene Haut über. An kürzeren Stümpfen, z. B. des Oberarmes, zeigt sich noch nach glücklichen Injectionen, daß nicht bloß die größeren und mittleren arteriellen Hautgefäße, sondern auch diejenigen Schlagadern dieser Kategorie, welche zu den tieferen Theilen gehen, auf auffallende Weise geschlängelt verlaufen. Die größeren Arterienstämme haben eher ein kleineres als ein stärkeres Caliber. Einzelne untergeordnete Arterienstämmchen dagegen, insbesondere diejenigen, welche sich in der Nähe des Knochenstumpfes, der Nerven u. dgl. befinden, scheinen vergrößert oder an Zahl vermehrt zu sein. In manchen Fällen sollen nach Probst auch die Wandungen einzelner Venen verdickt sein.

Sehr auffallende Eigenthümlichkeiten bieten die Nerven durch ihre Knotenbildungen dar. Viele von ihnen laufen nämlich regelmäßig bis gegen das Ende des Stumpfes, während andere, besonders mittelstarke Zweige ebenfalls sogleich in die Augen fallende wellige Biegungen darbieten. Einzelne dieser Stämme gehen allmälig in die faserige Narbensubstanz aus und heften sich dann durch diese an die Haut oder die Narbe des Stumpfes. Andere dagegen bilden hierbei größere oder kleinere weißliche Knollen, welche bisweilen von benachbarten Nerven verschmelzen. Oft existirt auch an einer einzelnen Stelle eine größere Knollenmasse, in welche nicht bloß Nerven, sondern auch das faserige Ende von Hauptgefäßen eintreten. Die Hauptmasse dieser Knollen besteht aus dichten Fadencylindern, welche bündelweise bei einander liegen und nach Behandlung mit Essigsäure sehr zahlreiche meist spindelförmige Kerne auf sich haben. Macht man sich einen feinen Schnitt mittelst des Doppelmessers, so sieht man oft isolirte Faserbündel, welch quer durchschnitten sind und sich als einzelne Anhäufungen dunkeler Kreise zu erkennen geben. Um diese gehen dann andere Bündel in mehr oder minder concentrischen Bogen herum. Wir haben also hier denselben Fall wie bei manchen normalen Faserhäuten, z. B. der Sklerotica, daß Faserbündel, welche in einer Richtung verlaufen, von anderen, welche eine abweichende Direction befolgen, bogig bis kreisförmig umzogen werden. Einzelne Nervenbündel treten in diese Knollen hinein. Die Primitivfasern zeigen oft hier noch deutlichen Nerveninhalt. Auf manchen Schnitten sah ich die Bündel der Primitivfasern, welche bis zuletzt Mark führten, spitz zulaufen. Ob dies ihr wahres Ende sei und ob alle Fasern so schließen, blieb mir unbekannt. In den unteren Theilen der Knollen ließen sich fast nie Nervenfasern mit Bestimmtheit beobachten. Die Ansicht, daß sie zum Theil bis in die Narbe reichen und die bedeutende Empfindlichkeit des Stumpfes, den sogenannten Calender der Amputirten, erzeugen (Larrey), ist wahrscheinlich irrthümlich. Diese Erscheinung hat vermuthlich darin ihren Grund, daß die Narbenfasern selbst für den Wechsel der Witterung empfänglicher, z. B. hygroskopischer oder permeabler sind und ihre Veränderungen auf die in ihnen enthaltenen Nervenfasern fortpflanzen. Diese zeigen sich bald vollständig, bald dagegen scheinen sie zum Theil eine etwas geringere Dicke, als dem Normalzustande entspricht, zu besitzen.

Die bloßgelegte Markhöhle des durchschnittenen Knochen wird allmälig durch neue Knochenmasse geschlossen. Diese bildet entweder ein queres einfaches Stück, welches keine besonderen Unebenheiten und nur einzelne kleine Vertiefungen darbietet und einerseits sehr dünn und nachgiebig, oder anderseits sehr stark und hart sein kann. Bisweilen liegen dann auch noch einzelne Knochensplitter in der Nähe innerhalb der Narbenmasse. Oder der untere Theil des Knochens erscheint mit unregelmäßigen zackigen Knochenmassen besetzt und bildet eine Art von Knollen, welcher wie die größeren, welche an den Nerven vorkommen, schon durch die unverletzte Haut durchgefühlt zu

werden vermag. In diesem Falle ging auch z. B. in einem Oberschenkelstumpfe eine verhältnißmäßig große und weite Kranzarterie um das knollige Knochenende herum. Hat keine Verschiebung der Knochenmasse Statt gefunden, so liegt die dünne eigentliche Narbenlamelle auf dem freien Flächentheile des verkürzten Knochens unmittelbar auf.

Die schon mehrfach erwähnte Narbenmasse bildet eine dichte faserige, zum Theil von einzelnen Gefäßen durchzogene und nicht selten mit Fettzellen versehene Substanz, welche von der Narbe und der Haut des Stumpfes zu den verkürzten Theilen hinüberläuft, diese anheftet, daher verschieden weit hinaufreicht und auch aus dicht verwebten Bündeln von Fadencylindern besteht.

Im Allgemeinen erscheinen die älteren Stümpfe weit magerer als die entsprechenden Theile der gesunden Extremität. Dieses findet meist in um so höherem Grade Statt, je kleiner der von dem Gliede übrig bleibende Theil ist. Wir finden daher diese Thatsache bei kurzen Stümpfen des Oberarmes und des Oberschenkels am deutlichsten ausgesprochen. Der Grund dieses Phänomens ist wahrscheinlich ein doppelter, 1) nämlich werden diese verstümmelten Theile weniger gebraucht. Trägt selbst ein Oberschenkelamputirter z. B. ein hölzernes Bein, so sind die Bewegungen des Stumpfes doch einseitiger als bei einem vollständigen Gliede. Dem allmeinen Gesetze entsprechend magern auch hier weniger geübte Theile ab. 2) Erhält wahrscheinlich jeder sehr kurze Stumpf selbst relativ weniger Blut. Sobald z. B. einem Menschen der Schenkel in der Mitte seiner Länge abgenommen worden, bleibt zunächst der Druck des Blutes in der Schenkelarterie derselbe. Allein dieser findet an den Ligaturen und später an den Verwachsungen der großen Schlagadern einen Widerstand. Es geht daher das überschüssige Blut leichter in andere Schlagadern, welche einen größeren Verbreitungsbezirk und einen vollkommen offenen Abzug nach den Venen haben. Auf diese Art fließt dann dem Stumpfe eher zu wenig als zu viel Blut zu. Dieser magert deshalb leicht ab und erscheint nicht selten kühler als die gesunde Extremität. Da aber die Bereitung der Blutmasse für den unverstümmelten Körper berechnet ist, so entsteht bei kräftigen Amputirten leicht eine Blutfülle, als deren Folgen Congestionen und andere Beschwerden auftreten.

Specielle Darstellungen dessen, was die Amputationsstümpfe bei der Untersuchung mit freiem Auge ergeben, liefern: P. G. von Hoorn de iis, quae in partibus membri praesertim osseis, amputatione vulneratis, notanda sunt. Lugd. Bat. 1803. 4. C. F. Probst de mutationibus praecipue nervorum et vasorum, quae in trunco dissecto fiunt. Halis. 1832. 4. E. A. Kerstein de mutationibus in truncis dissectis obviis. Halae. 1835. 8.

526 Bei der Betrachtung der chemischen Ernährungsverhältnisse des menschlichen Organismus müssen wir zuvörderst seine Einnahmen und Ausgaben untersuchen und gegenseitig unter einander vergleichen. Findet in dem ausgebildeten Körper weder Wachsthum, noch bedeutende Vergrößerung der Masse, noch Abmagerung Statt, so muß das Körpergewicht des Menschen ungefähr stabil bleiben d. h. es wird innerhalb kürzerer Zeiträume, z. B. nach 24 Stunden beinahe zu demselben Werthe zurückkehren. In der That finden sich auch alsdann durchschnittlich nur solche Unterschiede, als eine einmalige, mehr oder minder reichliche Entleerung von Koth oder Urin bedingt. Abgesehen von älteren, bald zu erwähnenden Erfahrungen betrug z. B. bei einer von mir angestellten Versuchsreihe mein Körpergewicht am Anfange 52909 Grm., 24 Stunden später 53268 Grm., nach darauf folgenden 24 Stunden 53373 Grm. und nach ferneren 24 Stunden 53184 Grm. Wir haben mithin ein Maximum des Unterschiedes von 464 Grm., d. h. gerade so viel, als eine reichlichere Entleerung von Harn oder Excrementen oder eine mäßige Ausscheidung von beiden zugleich ausmacht. Vergleichen wir die erste und die vierte Wägung, also

eine Periode von 3 Mal 24 Stunden, so beträgt die Differenz nur 275 Grm., d. h. so viel, als durch eine etwas reichlichere Kothentleerung oder durch ein mäßiges Harnen entfernt werden kann.

Unter den gewöhnlichen Lebensverhältnissen werden die Einnahmen 527
des Organismus durch die Speisen und Getränke, die wir genießen, gebildet. Denn unsere äußere Haut hat dann in der Regel keine Veranlassung, flüssige Stoffe zu absorbiren. In Folge des Athmungsprocesses und der Transspiration nimmt zwar unser Blut mehr Sauerstoff auf, als in der davongehenden Kohlensäure enthalten ist. Allein da dieser Ueberschuß von Oxygen wahrscheinlich zur Herstellung anderer Excretionsstoffe dient, so können wir ihn wenigstens nicht mit Bestimmtheit zu den Einnahmen unseres Körpers rechnen oder überhaupt definitiv in Anschlag bringen. Die Ausgaben werden einerseits durch die Excremente und den Harn und anderseits durch die Mengen von Kohlensäure und Wasser nebst den Spuren organischer Stoffe, welche durch die Lungen und die Hautausdünstung entfernt werden, so wie durch die Quanta von Schleim, welche aus der Nase, dem Munde, der Luftröhre, der Scheide u. dgl. davongehen, den ausgeworfenen Speichel, die Oberhautabschuppung, die Hautschmiere, die Augensalbe und das Ohrenschmalz dargestellt. Da der Koth und der Urin unmittelbar in die Augen fallende und größere Mengen bildende Producte darstellen, so nennt man sie auch die sensiblen Ausleerungen des Körpers, während man die übrigen Ausgaben mit dem Namen der Perspiration bezeichnet. Die vorzüglichsten Werthe der letzteren entstehen natürlich durch die Lungen- und die Hautausdünstung, d. h. durch die bei diesen Processen davongehenden Wassermengen und die Ueberschüsse der ausgeschiedenen Kohlensäure über den absorbirten Sauerstoff.

Die früher geschilderten Erscheinungen des Stoffwandels führen unmittelbar zu der nothwendigen Folgerung, daß das Verhältniß der Menge der sensiblen Ausleerungen zu der der Perspiration selbst in einem und demselben Individuum in kleineren Zeitabschnitten, z. B. in 24 Stunden kein constantes sein kann. Schwitzen wir z. B., so entleeren wir weniger Urin. Sind wir hartleibig und halten den Koth mehrere Tage in unserem Körper zurück, so werden natürlich hierbei die sensiblen Ausleerungen in Nachtheil kommen. Haben wir viel getrunken, so wird bald das Wasser des Urines, bald das der Perspiration, bald beider Producte zugleich verstärkt werden. Deuten auch alle Erscheinungen klar darauf hin, daß unser Organismus gleich einem regulirten Uhrwerke arbeitet, so wirken doch auf dieses so viele modificirende äußere Einflüsse, daß selbst für erhebliche Schwankungen ein großer Spielraum übrig bleibt. Sogar die Durchschnittszahlen, welche aus Monate oder Jahre lang fortgesetzten Bestimmungen der Art entnommen worden, sind bedeutenden Variationen unterworfen.

Schon in früheren Jahrhunderten beschäftigten sich Sanctorius 528
und nach ihm Dodart, Keill u. A. mit hierher gehörenden Beobachtungen, welche sie über eine Reihe von Jahren ausdehnten, um die Pro-

portionen der sensiblen Ausleerungen zu den Perspirationsgrößen aufzufinden [1]). Wie die ausführlich verzeichneten Tabellen von Keill lehren, bestanden diese Forschungen darin, daß man den Barometer- und Thermometerstand, so wie die Windrichtungen und die Zahl der Pulsschläge notirte, sich ein Mal des Morgens und ein Mal des Abends bis auf Pfunde und Unzen abwog und den nächtlichen und den täglichen Urin nebst den Excrementmassen bis zu denselben Gewichtsgrenzen bestimmte. Aus dem Deficit wurden dann die Perspirationsgrößen berechnet. Aus zwei Gründen aber konnten auf diese Weise nur ungefähre Werthe erhalten werden. Denn 1) sind zwei Wägungen innerhalb 24 Stunden zu wenig, weil, wie wir bald sehen werden, im Laufe des Tages zu viele modificirende Umstände eingreifen, als daß nicht ohne Controlle der einzelnen Verhältnisse die Endwerthe äußerst schwankend erscheinen. 2) Bedarf es einer genaueren Auswägung als auf Unzen, um eine klare und sichere Einsicht in diese Verhältnisse zu gewinnen, weil, wie wir in der Folge sehen werden, 1 Unze ungefähr dem Perspirationswerthe von 1 Stunde gleichkommt. Auch können die Kleider, wenn sich eine Mensch in ihnen abwägen läßt, durch unrichtige Schätzung und vorzüglich durch ihre hygroskopische Beschaffenheit wesentliche Fehler veranlassen. Dalton gab in neuerer Zeit eine ähnliche Versuchsreihe, über deren Details ich kein Urtheil habe, da ich die zum Grunde liegenden Specialtabellen nicht kenne.

529 Halten wir uns an die Mittelwerthe der genannten Forscher, so betrüge nach Sanctorius die durchschnittliche Speisemenge eines Mannes innerhalb 24 Stunden 8 Pfund. Von diesen gingen 3 Pf. durch Urin und Koth und 5 Pf. durch die Perspiration davon. Es verhielten sich mithin die ersteren zu der letzteren = 3 : 5 = 1 : 1,66. Wenn nicht etwa das wärmere Klima von Padua eine größere Wassereinnahme und eine bedeutendere Perspirationsausscheidung bewirkte, so erscheint die letztere Proportion offenbar auffallend zu groß. Dodart [2]) kam bei einem 33jährigen lebhaften, mageren und gesunden Menschen zu dem Endresultat, daß auf 15 Theile Perspiration 10 — 12 Theile sensibler Ausleerungen austreten. Keill [3]) berechnet als die mittlere tägliche Kothentleerung 5 ℥, als die Durchschnittsmenge des Harnes 2 Pfd. und beinahe 6 ℥, und für die Perspiration 31 ℥. Dalton endlich kam bei 91 ℥ täglicher Nahrung im März durchschnittlich auf 5 ℥ Fäces, 48,5 ℥ Urin und 37,5 ℥ Perspiration und im Junius auf 1 ℥ Excremente, 51,5 ℥ Harn und 44 ℥ Perspiration. Im September dagegen waren die sensiblen Ausgaben und

---

[1]) Die ausführliche Schilderung der Untersuchungen der genannten Forscher findet sich in Sanctorii Sanctorii de Statica medicina aphorismorum sectionibus septem distinctorum explanatio physico-medica. Cui statica medicina tum Gallica Cl. Dodart, tum Britannica Cl. Keill Notis aucta simul cum Appendice de variolarum insitione accedit. Auctore P. Noguez Tom. I. et II. Parisiis 1725. 8. Vergl. auch Sanctorii de Statica medicina aphorismorum sectiones VII. Cum commentario Listeri. L. B. 1703. 12. u. Perspiratio dicta Hippocrati per universum corpus anatomice illustrata Auctore A. Kaau. L. B. 1738. 8.

[2]) Medicina statica gallica p. 222.

[3]) Medicina statica britannica p. 323 sq.

die Perspiration einander gleich. Hiernach hätten wir für den Menschen folgende Uebersichtstabelle:

Verhältniß der sensiblen Ausleerungen zur Perspiration.	Die eingenommenen Speisen = 1, betragen				Beobachter und Zeit.
	die Excremente.	der Urin.	die sensiblen Ausleerungen überhaupt.	die Perspiration.	
1 : 1,66	» »	» »	0,375	0,625	Sanctorius.
1 : 1,50	» »	» »	0,400	0,600	Dodart im Maximum.
1 : 1,250	» »	» »	0,444	0,556	Dodart im Minimum.
1 : 0,885	» »	» »	0,530	0,470	Keill.
1 : 0,701	0,055	0,533	0,588	0,412	Dalton im März.
1 : 0,838	0,010	0,533	0,543	0,457	Dalton im Junius.
1 : 1,000	» »	» »	0,500	0,500	Dalton im September.
1 : 0,846	0,032	0,533	0,544	0,456	Mittel aus Dalton's Erfahrungen.
1 : 1,119	» »	» »	0,483	0,517	Mittel aus allen Angaben.

Schon jene älteren Beobachter, wie Dodart und Keill selbst, machten auf die Abweichungen ihrer Resultate von denen von Sanctorius aufmerksam. Sie ließen es dahin gestellt, ob die Differenz des Klima von Paris oder England von dem von Padua diese Unterschiede erzeuge. Nach unserem gegenwärtigen Wissen läßt sich als wahrscheinlich annehmen, daß die letzteren viel zu groß sind, als daß sie z. B. auf Rechnung der mit Wasserdämpfen gesättigten Atmosphäre Englands und der trockneren norditalienischen Luft kommen könnten.

Um in dieser Hinsicht einige Specialwerthe zu erhalten, stellte ich an mir selbst eine detaillirte Versuchsreihe an. Auf einer genauen Glardon'schen Wage, welche bei doppelter Belastung mit meinem Körpergewichte ½ Grm. mit Sicherheit angab, ließ ich mich an jedem von drei Hauptversuchstagen täglich ungefähr 15 Mal abwägen. Ich saß dabei immer ganz nackt auf der Wage. Hatte ich vorher geschwitzt, so ging ich so lange entkleidet im Zimmer umher, bis meine Haut vollkommen trocken war. Zu gleicher Zeit wurden die Zeiten der Wägung, die Temperatur der Luft und die Beschäftigungen und Zustände der Zwischenzeit notirt. Ich ließ mich dabei in meiner gewohnten Lebensweise nicht stören, nahm die gewöhnliche Nahrung zu mir und machte mir, wie alle Tage, Bewegung. Die Menge der Nahrungsmittel und der Fäces wurden dadurch gefunden, daß ich mich unmittelbar vor und nach dem Essen oder der Defäcation wiegen ließ und zu dem gefundenen Ueberschuß den nach dem vorhergehenden Zeitraume berechneten Perspirationswerth hinzuaddirte. Die absoluten Quantitäten des Urines ergaben sich dadurch, daß man das specifische Gewicht des Harnes bestimmte und dessen Volumen in einem cylindrischen Glase abmaß, welches bis zu einem bezeichneten Theilstriche 250 Grm. Wasser faßte. Da ich so wenig Nasenschleim absondere, daß ich Wochen lang das Schnupf-

tuch nicht in Gebrauch zu ziehen nöthig habe, so waren in dieser Hinsicht keine Correctionen erforderlich. Eben so wenig wurde Speichel zur Mundhöhle herausbefördert. Indem ich die ausführlichen Tabellen Repert. Bd. VIII. am Schlusse gegeben habe, erwähne ich im Folgenden nur die wichtigeren Endzahlen dieser Untersuchungen.

530 Selbst wenn ein Mensch täglich ein Mal Excremente entleert und normale Harnmengen abführt, kann das Verhältniß der sensiblen Ausleerungen zu der Perspiration dergestalt schwanken, daß die letztere die ersteren um 1/3 übertrifft oder nur 2/5 derselben ausmacht. Die vorzüglichsten Abweichungen entstehen hierbei durch die Mengen der genossenen Getränke, des abgesonderten Schweißes und der Bewegung, welche sich ein Mensch gemacht hat. Nichts desto weniger aber existirt in beiderlei extremen Fällen eine solche Regulation, daß die Ausgaben den Einnahmen nahe kommen und daß nur noch geringe Aequivalente der letzteren für künftige Entleerungen zurückbleiben. Einen Beleg hierfür liefert die nachfolgende Tabelle, welche sich aus den an mir angestellten dreitägigen Wägungen ergab. Am ersten Tage (den 4. September) hatte ich bei 25° C. mehrere erhitzende Touren und vorzüglich gegen Abend eine etwas anstrengende Bergpartie schnell gehend gemacht, viel geschwitzt und vor dem Schlafengehen viel Wasser (750 Grm.) getrunken. An den beiden anderen Tagen kamen solche Fälle gar nicht oder nur in geringerem Grade vor. Es ergab sich hierbei:

Tag.	In Grammen ausgedrückte 24stündige Menge				Verhältniß der sensiblen Ausleerungen zur Perspiration.	Die eingenommenen Nahrungsmittel = 1, betragen			
	der Nahrungsmittel.	der Excremente.	des Urines.	der Perspiration.		die Excremente.	der Urin.	die sensiblen Ausleerungen überhaupt.	die Perspiration.
1	3199,1	214,5	1041,8	1630,8	1 : 1,298	0,067	0,326	0,393	0,510
2	2778,7	153	1387,8	1161,7	1 : 0,754	0,055	0,499	0,554	0,418
3	2794,3	204,7	1913,5	948,3	1 : 0,448	0,073	0,685	0,758	0,339
Mittel	2924,03	190,73	1447,70	1246,93	1 : 0,833	0,065	0,503	0,568	0,422

Zuvörderst sehen wir hieraus, daß am ersten Tage die Einnahmen die Ausgaben um 312 Grm. oder um 0,097 und am zweiten Tage um 76,2 Grm. oder 0,028 der Nahrungsmittel übertrafen, während sich am dritten Tage ein Ueberschuß der Ausleerungen von 272,2 Grm. oder 0,090 der Nahrungssubstanzen über die Einnahmen herausstellte. Im Ganzen blieb daher noch im Körper für die Excretionen der Folgetage ein Plus von 116 Grm., d. h. so viel als eine ganz sparsame Koth- oder Urinentleerung abführt.

Halten wir uns an die Mittelwerthe, so stimmen diese, wie man sieht, sehr gut mit denen von Dalton, und das Hauptresultat bleibt dann, daß die Perspiration im Durchschnitt bei Mangel aller störenden Nebenmomente ungefähr 2/5, die sensiblen Ausleerungen, wenn sie regelmäßig von Statten

gehen, 3/5 der Einnahmsmengen ausmachen. Intercurriren aber bedeutendere Anstrengungen, vorzüglich heftigere Bewegungen und vor Allem Schweißbildung, so können die gegenseitigen Proportionen dergestalt umschlagen, daß sich die sensiblen Ausleerungen zur Perspiration beinahe = 10 : 13 verhalten. Umgekehrt haben wir bei vorherrschender Ruhe ein bloßes Verhältniß = 100 : 45.

Reduciren wir die Vertheilung der Einnahmen und Ausgaben auf 531
eine Stunde, so ergiebt sich, daß ich im Durchschnitt für jene drei Tage stündlich 121,8 Grm. Speise und Trank aufnahm und dafür 7,9 Grm. Koth, 60,3 Grm. Urin und 51,6 Grm. Perspiration entleerte. Die stündliche Restanz betrug 2 Grm. Wir sehen hieraus zuvörderst, daß ein gesunder Mensch, wie auch aus den Mittelbestimmungen von Dalton erhellt, durchschnittlich die Hälfte seiner Einnahmen durch den Urin wiederum abgiebt. Dieses Resultat kann uns nicht befremden, wenn wir den Wassergehalt der Speisen und die Menge von Getränken, welche wir genießen, in Betracht ziehen. Die letzteren (nämlich Kaffe und Wasser), sofern ich sie außerhalb des Mittags- und Abendessens nahm, betrugen z. B. in jedem der drei Versuchstage 3494,8 Grm., während auf die Hauptmahlzeiten im Ganzen 5130,8 Grm. kamen. Wir haben mithin für 1 Stunde 48,5 Grm. außergewöhnlichen Getränkes und 71,2 Grm. Speise und Trank, welche letzteren bei den Mittags- und Abendmahlzeiten eingenommen worden. Die Excremente, die übrigens die variabelsten Werthe darstellen, betrugen bei mir im Mittel 3/50, bei Dalton dagegen 3/100 der Nahrungsmittel. Die Perspiration endlich bildete bei mir im Mittel 2/5, bei Dalton 9/20 der Einnahmen. Sie stellt natürlich ein complicirtes Product dar, weil das durch die Lungen- und Hautausdünstung davongehende Wasser inniger mit den Getränken, der Ueberschuß der ausgeschiedenen Kohlensäure über den absorbirten Sauerstoff dagegen mit den elementaranalytischen Processen des Körpers zusammenhängt.

Bei Berechnung der Einnahmen und Ausgaben jener dreitägigen Ver- 532
suchsreihe auf 1 Grm. Körpergewicht kam ich zu folgenden Resultaten:

Auf 1 Grm. mittleren Körpergewichtes.

Einnahmen in Grm.			Ausgaben in Grm.		
	für 24 Stunden.	für 1 Stunde.		für 24 Stunden.	für 1 Stunde.
Speise u. Trank	0,055 bis 0,054.	0,0023.	Koth	0,004	0,00017
			Urin	0,027	0,00113
			Perspiration .	0,024 bis 0,023	0,00100
				0,055 bis 0,054.	0,0023

Nehmen wir nun an, daß Speise und Trank durchschnittlich 80 % Wasser enthalten, so giebt dieses 0,011 Grm. festen Rückstandes für 24 Stunden. Führte nun auch der letztere nur 45 % Carbon, so betrüge

dieses 0,00495 Grm., d. h. noch immer mehr als zur bloßen Erzeugung der thierischen Wärme nöthig wäre (§. 105), so daß noch ein Theil Kohlenstoff für Koth und Urin übrig bleibt.

533 Die wichtigsten Einzelbestimmungen, welche aus solchen statischen Versuchen hervorgehen, betreffen die Mengen der Perspiration, welche durch äußere Nebenverhältnisse bedingt werden. In dieser Beziehung kam ich bei jener dreitägigen Versuchsweise zu folgenden Ergebnissen.

1) Die stündige Quantität der Perspiration vermochte nach der Mannigfaltigkeit der Außenverhältnisse dergestalt zu schwanken, daß das Maximum 4½ Mal so viel als das Minimum betrug. Als ich z. B. des Morgens von 11 Uhr 10 Minuten bis 12 Uhr 18 Minuten in hungrigem Zustande ruhig saß und schrieb, verlor ich für die Stunde durch die Perspiration 30 Grm. Hatte ich dagegen Abends zwischen 6 Uhr 38 Minuten und 9 Uhr 23 Minuten eine anstrengende Bergparthie, bei welcher ich ungewöhnlich stark schwitzte, gemacht, so kamen auf den stündlichen Perspirationsverlust 132,7 Grm.

2) Der mittlere stündliche Perspirationsverlust erreicht nie unter den gewöhnlichen Lebensverhältnissen das genannte Minimum, steht aber immer demselben näher als dem erwähnten Maximum. Sehen wir von der Perspiration während der Nacht, auf die wir sogleich zurückkommen werden und die das Ausgesprochene ebenfalls erhärtet, ab, so ergab sich für die Tageszeit am 1sten Tage, wo ich anstrengendere Touren gemacht hatte, eine mittlere stündige Perspiration von 72,2 Grm.; am zweiten Tage, wo ebenfalls die Schweißbildung noch modificirend eingriff, 57,5 Grm., und am dritten, welcher als der regelmäßigste angesehen werden kann, 39 Grm. Wir haben daher im Durchschnitt für warme Tage, bei welchen Bewegung und Schweißbildung von Zeit zu Zeit dazwischentreten, 55,5 Grm. Ziehen wir zugleich die Nacht und mithin die Zeit des Schlafes in Betracht, so erhalten wir als die mittlere Perspiration in 1 Stunde für den 24stündigen Abschnitt des ersten Tages 67,1 Grm., für den des zweiten 48,4 Grm. und für den des dritten 39,5 Grm.; im Durchschnitt für alle drei Tage 51,6 Grm.

3) So wie wir aus irgend einer Ursache schwitzen oder selbst nur eine feuchtere Haut haben, erhöht sich sogleich der Perspirationswerth auf eine sehr auffallende Weise. Am ersten Tage z. B. hatte ich nach dem Genusse von zwei Tassen warmen Kaffes bei gelinder Transpiration für 1 Stunde 78,3 Grm., Vormittags bei ziemlich starkem Gehen und Schwitzen 90,5 Grm., gegen 5 Uhr Nachmittags [1]) bei einem Spaziergange auf ebenem Boden, aber in der Sonnenhitze und unter Schweißbildung 89,3 Grm. und Abends zwischen 6 und 9 Uhr, nach einer anstrengenden Bergparthie und bei sehr heftigem Schwitzen, 132,7 Grm. Wenn ich dagegen Vormittag ruhig schreiben saß, verlor ich stündlich nur 55,4 Grm., nach dem Essen unter denselben Verhältnissen 53,2 Grm. und 3 — 4 Stunden

[1]) Die speciellen Zeitangaben aller dieser Versuche s. in der schon erwähnten Tabelle **Repert. Bd. VIII.** am Schlusse.

nach der Mittagsmahlzeit sogar nur 32,9 Grm. Am zweiten Tage hatte ich des Morgens bei ruhigem Sitzen und ohne merkliche tropfbar flüssige Transpiration 39,75 Grm.; wenn ich dagegen Vormittags, bei 22° 2 C. im Schatten rasch gegangen war und geschwitzt hatte, 109,8 Grm. Machte ich mir kurze Zeit nach dem Mittagsessen im Schatten 1 Stunde lang gelinde Bewegung, ohne zu schwitzen, so betrug der stündliche Verlust 81,2 Grm. Saß ich dagegen unmittelbar darauf ungefähr 2 Stunden schreiben und schwitzte gar nicht, so betrug der stündige Verlust nur 42,9 Grm., und später bei einer zweiten Bestimmung der Art 42,5 Grm. Ging ich am dritten Tage nach dem Mittagsessen in der Sonnenhitze aus und schwitzte gelinde, so verlor ich stündlich 78,1 Grm. Saß ich dagegen den Tag über zu verschiedenen Zeiten ruhig schreiben, ohne zu schwitzen, so glich das stündige Deficit bei 5 Bestimmungen 30,0 Grm., 34,4 Grm., 36,9 Grm., 37,8 Grm. und 44,4 Grm., im Mittel 36,7 Grm.

Aus diesen Thatsachen folgt, daß die Wassermenge, welche in tropfbar flüssiger Gestalt als Schweiß durch die Haut abgesondert wird, den wichtigsten Factor für die Erhöhung der Perspirationsgrößen bildet. Dieses Moment spielt daher in den statischen Verhältnissen der Erhitzung und Erkältung eine weit wichtigere Rolle als der Wechsel der Mengen der ausgeschiedenen Kohlensäure und des dafür absorbirten Sauerstoffes, so wie der mit der Lungen- und Hautausdünstung entfernten festen Verbindungen organischer und unorganischer Natur.

4) Unter den gewöhnlichen Lebensverhältnissen sind es vor Allem Ruhe und Körperbewegung, welche auf die Perspirationsgrößen am meisten einfließen. Schon die bei Gelegenheit des Schweißes angeführten Zahlen beweisen, daß Bewegung, wenn sie mit stärkerer Wasserabsonderung der Haut verbunden ist, die Perspiration sehr stark erhöht. Allein auch wenn die letztere Bedingung fehlt, zeigen sich zwar bedeutend geringere, jedoch noch kenntliche Unterschiede. So z. B. hatte ich am zweiten Versuchstage, als ich nach dem Mittagsessen zwischen 1 Uhr 2 Minuten und 2 Uhr 40 Minuten im Schatten spazieren ging und nur an den Füßen auf merkliche Weise geschwitzt hatte, einen stündlichen Perspirationsverlust von 81,2 Grm. Als ich dann zwischen 2 Uhr 40 Minuten und 4 Uhr 36 Minuten ruhig schreiben saß, betrug der stündliche Perspirationswerth nur 42,9 Grm. Nachdem ich mir dann wieder zwischen 4 Uhr 36 Min. und 6 Uhr 14 Min. langsame Bewegung gemacht und gelinde an den Füßen geschwitzt hatte, traten wieder für die Stunde 51,4 Grm. auf. Dadurch können auch bei sehr langsamer Bewegung im Kühlen die Unterschiede von dem Zustande der Ruhe so unbedeutend werden, daß sie sich sogar nicht mit Bestimmtheit nachweisen lassen oder vielmehr vor den anderen Nebenumständen mehr oder minder zurücktreten.

5) Nach den beiden Hauptmahlzeiten des Tages, dem Mittagsessen und dem Abendessen, haben wir in der Regel höhere stündige Perspirationswerthe. Diese erreichen auch ihr Minimum, wenn wir sehr hungerig sind und im Kühlen ruhig sitzen. Allein die Maximalwerthe nach der Einnahme der Nahrungsmittel fallen nicht in die Zeit, wenn die Magenver-

dauung vorüber ist, sondern eher unmittelbar nach der Mahlzeit, so daß auch in dieser Hinsicht eine innigere Beziehung zu dem Wassergehalt der Getränke und der Speisen als zu der durch die Elementaranalyse der letzteren etwa erzeugten Kohlensäure hervortritt. Die Einwirkungen des Hungers und der Ruhe zeigten sich in dem zweiten und dritten Versuchstage sehr deutlich. Am zweiten Tage z. B. verlor ich Vormittags zwischen 10 Uhr 39 Minuten und 12 Uhr 18 Minuten, als ich sehr hungerig war und ruhig schreiben saß, 37,6 Grm. in der Stunde, d. h. so wenig als (mit Ausnahme der Nacht) zu keiner anderen Zeit dieser 24stündigen Periode. Am dritten Tage betrug die Perspiration nach dem Frühstück für 1 Stunde 44,4 Grm., später zwischen 9 Uhr 13 Minuten und 11 Uhr 10 Minuten, trotzdem daß ich mir ¼ Stunde Bewegung gemacht hatte, 36,9 Grm. und zuletzt zwischen 11 Uhr 10 Minuten und 12 Uhr 18 Minuten, als ich schreiben gesessen und Appetit hatte, 30,0 Grm.

Was die Abnahmen nach den Hauptmahlzeiten betrifft, so erschienen am ersten Tage nach dem 811,6 Grm. betragenden Mittagessen bei ruhigem Liegen auf dem Sopha 55,4 Grm., zwischen 1 Uhr 40 Minuten und 3 Uhr 2 Minuten 53,2 Grm., zwischen der letzten Zeit und 4 Uhr 25 Minuten 32,9 Grm. Am zweiten Tage ergaben sich in den ersten Stunden nach dem Abendessen 42,5 Grm. und in der Nacht 35,2 Grm. Am dritten Tage hatte ich mir nach dem Mittagsmahle von 969 Grm. Bewegung gemacht und verlor dabei stündlich 78,1 Grm. Später, als ich zwischen 3 Uhr 5 Minuten und 5 Uhr 47 Minuten schreiben saß, erhielt ich als stündigen Perspirationswerth nur 37,8 Grm., nach dem Abendessen nur 34,4 Grm. und während der Nacht 35,9 Grm. Im Allgemeinen scheint sich zu bestätigen, daß nach dem Genusse reichlicher wasserhaltiger Speise und Getränke besonders, wenn sie warm sind, die Perspiration bedeutend steigt. Allein die gleichzeitig abgesonderten Harnmengen führen, wenn keine Schweißbildung Statt findet, mehr Wasser ab als die Perspiration. Vorzüglich gilt dieses im Kühlen und in der Ruhe. Daher hier die Resultate je nach der Verschiedenheit der äußeren Verhältnisse schwankend ausfallen.

Erhöht sich aber auch die Größe der Perspiration durch die Einnahme von flüssigen Nahrungssubstanzen, so bleiben die Einwirkungen immer noch bedeutend geringer als wenn Schweißbildung hervortritt.

6) Die Nacht und die Zeit des Schlafes wirkt eben nur als eine größere Periode der Ruhe, nicht aber in einer besonderen eigenthümlichen Weise. Wenn nicht durch Schweiß oder durch eine reichliche vorangegangene Einnahme von wasserreichen Nahrungsmitteln Störungen eintreten, so giebt die Zeit des Schlafes immer Perspirationswerthe, welche sich den Minimis annähern. Allein keineswegs fällt das absolute Minimum nothwendig in den Zustand des Schlafes. Denn dieses kann bei Tage durch Hunger und Ruhe zu Stande kommen. Am ersten Versuchstage, wo ich am Abend die anstrengende Bergparthie gemacht, dabei sehr viel geschwitzt und einige Zeit vor dem Schlafengehen bei der Stärke des Durstes 750 Grm. Wasser getrunken hatte, zeigte die nächtliche Perspiration 53,1 Grm.

für die Stunde. Der Morgenharn betrug 510 Grm.; folglich waren von dem Abends vorher genossenen Wasser nur 240 Grm. für andere Ausgaben übrig geblieben. Im Laufe des Tages glich das Minimum der stündigen Perspiration 32,9 Grm. In der Nacht des zweiten Versuchstages, wo ich Abends vorher nach dem Abendessen nur 375 Grm. Wasser genommen und am Morgen 319,5 Grm. Harn gelassen hatte, glich die stündige Perspiration 35,2 Grm. Am dritten Versuchstage, wo ich Abends nach dem Essen 562,5 Grm. Wasser getrunken und Morgens 508 Grm. Urin gelassen hatte, betrug die nächtliche Perspiration für 1 Stunde 35,9 Grm. Am Tage vor dem Mittagessen bei Hunger und Ruhe zeigten sich nur 30,0 Grm., der kleinste Werth, den ich überhaupt an mir gefunden habe.

Gerade die günstigen Verhältnisse, welche während der Nachtzeit, wenn keine Schweißbildung dazwischentritt, Statt findet, machen Beobachtungen über die dann zu Stande kommenden Perspirationsmengen in hohem Grade lehrreich. In der That finden wir auch, daß der Organismus unter diesen Verhältnissen wie ein Uhrwerk, das sich nach den Außenverhältnissen richtet, arbeitet. Außer den Nächten der drei Versuchstage habe ich noch in sechs anderen des Septembers die nächtliche Perspirationsmenge bestimmt, um diese Gleichförmigkeit der Arbeit der thierischen Maschine zu erhärten. Hierbei ergaben sich als stündliche Perspirationen der sechs Nächte 39,95 Grm., 40,7 Grm., 34,8 Grm., 31,9 Grm., 38,1 Grm. und 41,1 Grm. Abstrahiren wir nun von der ersten Nacht der Versuchszeit, bei welcher Schweißverhältnisse intercurrirten, so haben wir noch 35,2 Grm. und 35 Grm. Mithin beträgt der Unterschied zwischen dem Maximum und dem Minimum 9,9 Grm. und der Durchschnittswerth aus acht Nächten 37,09 Grm. Die Mengen des Morgenharnes glichen in diesen sieben Beobachtungen 461 Grm., 508 Grm., 578,5 Grm., 528,2 Grm., 342,5 Grm., 363 Grm., 827,5 Grm. und 565,7 Grm., also im Mittel 519,8 Grm. Die mittlere Zeitdauer einer Nachtbeobachtung war 9 Stunden 41 Minuten. Folglich betrug die durchschnittliche stündige Urinmenge 53,666 Grm. Im Mittel entleerte ich also in sieben Nächten innerhalb derselben Zeiteinheit 1,446 Mal oder in runder Zahl $1\frac{1}{2}$ Mal so viel Urin als durch die Perspiration davonging. Setzen wir hiernach die Gesammtausgaben = 1, so haben wir für den Urin 0,591 und für die Perspiration 0,409. Jener Werth verhält sich also zu diesem = 1 : 0,692. Nun sahen wir früher, daß sich im Durchschnitt der Harn überhaupt zur Perspiration nach Dalton = 0,533 : 0,456 = 1 : 0,856 verhielt. Für meinen Organismus ergab sich eine Mittelproportion = 0,503 : 0,422 = 1 : 0,839. Es ergiebt sich also hieraus, daß die Perspirationsmenge wegen der begünstigenden Nebenumstände des Tages für 24 Stunden durchschnittlich relativ um 0,164 bis 0,147 oder um ungefähr $\frac{1}{4}$ bis $\frac{1}{5}$ höher ist als während der nächtlichen Ruhe.

Intercurriren aber in der Nacht Schweißbildungsprocesse, so kann sich wiederum dieses Verhältniß bedeutend ändern. In der Nacht des ersten Versuchstages, wo dieses Statt fand, z. B. hatte ich als die mittlere stünd-

liche Perspiration 53,1 Grm. Der Morgenharn betrug 510 Grm.; das Zeitintervall zwischen der Abend- und der Morgenwägung 9 Stunden 15 Minuten; folglich die durchschnittliche Harnmenge für 1 Stunde 55,135 Grm. Mithin das Verhältniß des Urines zur Perspiration = 1 : 0,963. Es war also gegen den Durchschnittswerth der übrigen sieben Nächte die mittlere relative Größe der Perspiration um 0,271 oder ungefähr um ½ bis ⅓ der gewöhnlichen nächtlichen Relativzahl gestiegen. Bei starken nächtlichen Schweißen kann sich das Mißverhältniß unzweifelhaft in noch bedeutenderem Grade vergrößern.

7) Ob geistige Anstrengungen die Perspiration erhöhen oder nicht, läßt sich noch nicht mit Bestimmtheit angeben. Am dritten Versuchstage berechnete ich Vormittags zwischen 7 Uhr 37 Minuten und 9 U. 13 M. höhere mathematische Formeln und hatte einen stündigen Perspirationsverlust von 44,4 Grm. Dieser glich, als ich zwischen 9 U. 13 M. und 11 U. 10 M. leichtere Sachen schrieb und mir dann ¼ Stunde mäßige Bewegung machte, 36,9 Grm., und noch später bis 12 U. 18 M. nur 30 Grm., so daß allerdings die größte Zahl auf jene mathematischen Studien käme. Allein da die Beschäftigung mit ihnen in die Zeit unmittelbar nach dem Frühstück fällt, so läßt sich jene bedeutende Vergrößerung der Perspiration sogar wahrscheinlicher auf die Verhältnisse der Abdunstung der Getränke als auf die Einwirkungen geistiger Anstrengungen beziehen. Daß die letzteren, wie jede Arbeit, mit einer jedoch geringern Vermehrung der Ausgaben verbunden sei, ist theoretisch zu erwarten. Tiefe Denker, welche anhaltend arbeiten, sind fast nie fett, während Mangel an Nachdenken und gute Nahrung den Körper runden.

Ueber die Größen des Verlustes, welchen ein Mensch durch die Perspiration bei bedeutenden Fußtouren erleidet, hat Hoffmann [1]) mehrere Reihen von Versuchen angestellt. Derselbe wog des Morgens um 9 Uhr 61750 Grm. [2]), ließ in der Zwischenzeit 501,3 Grm. Urin und zeigte nach eingehaltener Ruhe um 4 Uhr Nachmittags ein Körpergewicht von 61109,5 Grm. Mithin kämen auf 7 Stunden Ruhe 139,5 Grm. und auf 1 Stunde 19,93 Grm. Perspirationsverlust, d. h. ein weit kleinerer Werth als Dalton sowohl als ich gefunden haben. Bei einem anderen Versuche betrug sein Gewicht, nachdem er drei Stunden gegangen, um 8 Uhr Morgens 62187,5 Grm. In der Zwischenzeit nahm er 285 Grm. Brot. An Nasenschleim verlor er 20,78 Grm., an Urin ungefähr 519,5 Grm. Nachdem er bis fünf Uhr Abends neun Stunden ohne zu schwitzen gelaufen, wog er 61408 Grm. Mithin für 9 Stunden 524,2 Grm. und für 1 Stunde 58,2 Grm. Perspirationsverlust. Dieser war also mehr als 3 Mal so stark als früher. Zu mehr oder minder ähnlichen Ergebnissen führte ein zweiter Versuch des Vf. und einer von Sullivan.

534 Indem der Körper auf diese Weise gleich einem empfindlichen, nach Verschiedenheit der Außenverhältnisse regulirbarem Uhrwerke arbeitet, schwankt sein Totalgewicht im gesunden Zustande und innerhalb 24 Stunden nur um so viel, als höchstens ein Theil der eingenommenen Nahrungsmittel beträgt. Ja es kehrt aus diesem Grunde im Allgemeinen des Morgens zu fast denselben Werthen zurück, während es Abends, wo noch eine Menge

[1]) Wöhler's und Liebig's Annalen der Pharmacie. Bd. LV. 1843. S. 242—49.
[2]) Ich habe hierbei das Pfund in der Voraussetzung, daß es ein hessisches sei, zu 500 Grm. angenommen.

von Ausgaben durch Urin und Perspiration zu machen sind, bedeutendere Abweichungen darbietet. Den Beleg dafür liefert die nachfolgende Tabelle, welche sieben auf einander folgende Tage der genaueren Wägungen meines nackten Körpers betrifft.

Tag.	Abendwägung.			Morgenwägung.			Morgenharn in Grm.	Gesammte nächtliche Perspiration in Grm.
	Zeit derselben		Gewicht in Grm.	Zeit derselben		Gewicht in Grm.		
	Uhr.	Min.		Uhr.	Min.			
1	9	23	54269,5	6	38	53268	510	491,5
2	9	47	54153,5	6	52	53373	461	319,5
3	8	33	54059,5	6	48	53184	508	367,5
4	9	1	54036	6	52	53290	403,5	342,5
5	9	23	53502	6	59	52826	363	313
6	9	50	54068	7	17	52880	827,5	360,5
7	9	12	54687,5	7	27	53700	565,7	421,8
Mittel	9	18	54110,8	6	59	53217,2	519,8	373,8

Wir haben also für die Abendwägungen ein Maximum von 54687,5 Grm. und ein Minimum von 53502 Grm., mithin eine größte Differenz von 1185,5 Grm. oder ungefähr $1/_{46}$ bis $1/_{45}$ des Abendgewichtes. Für die Morgenwägungen zeigten sich als Maximum 53700 Grm. und als Minimum 52880 Grm., daher eine größte Differenz von 820 Grm. oder $1/_{65}$ bis $1/_{64}$ des Morgengewichtes.

Alle diese statischen Verhältnisse der Einnahmen und der Ausgaben sind, wie schon die bis jetzt noch sparsam vorliegenden Erfahrungen lehren, bei verschiedenen Thieren sehr verschieden. In Betreff der Verhältnisse des Pferdes und der Kuh siehe R. Wagner Handwörterbuch der Physiologie Bd. I. Braunschweig. 1842. 8. S. 390 ff., in Hinsicht der Tauben und der Turteltauben Ch. Chossat Recherches expérimentales sur l'Inanition. Paris. 1843. 4. p. 1—9 u. 22 fgg.

Der regelmäßige Gang des Organismus dauert selbst dann noch mehr 535
oder minder fort, wenn sogar die Einnahmen nicht in gehörigem Maaße Statt finden und der Körper nur nicht durch außerordentliche Ausgaben leidet. Für den Menschen liegen zwar in dieser Beziehung keine speciellen Beobachtungen vor. Allein die mühevollen, Jahre lang fortgesetzten Untersuchungen von Chossat haben bei Thieren, vorzüglich bei Säugethieren, Vögeln und Reptilien eine Reihe von Thatsachen kennen gelehrt, welche über diese Punkte viel Licht verbreiten.

1) Läßt man Tauben oder Turteltauben verhungern, so schwankt die tägliche Abnahme des Körpergewichtes dergestalt, daß sich das Minimum zu dem Maximum = 1 : 6 verhalten kann. Unter 24 Versuchen zeigte sich der größte Verlust 17 Mal am ersten Tage und 7 Mal in den letzten Lebenstagen. Bringt man aber in Rechnung, daß noch in den ersten Zeiten die Ueberreste der früher genossenen Speisen entleert werden, so stellt sich ein gleichförmigeres tägliches Deficit heraus. Das Minimum des Ver-

lustes erschien in jenen 24 Beobachtungen 22 Mal um die Mitte der Versuchszeit und 2 Mal am letzten Lebenstage. Setzen wir den Gesammtverlust, welchen die Thiere während der Hungerperiode bis zu ihrem Tode erlitten = 1, so betrug das Deficit in dem ersten Dritttheile dieser Zeit im Durchschnitte 0,393, im zweiten 0,259 und im dritten 0,347. Merkwürdiger Weise aber hört bisweilen einige Stunden vor dem Tode fast aller Verlust auf [1]).

2) Mit dem Namen des proportionalen integralen Verlustes bezeichnet man denjenigen Theil des Körpergewichtes, welcher bis zu dem Eintritte des Todes verloren gegangen. In 48 Versuchen, welche an Säugethieren und Vögeln angestellt worden, zeigte sich, daß dieser Coefficient durchschnittlich ein mehr oder minder constanter ist. Bei 15 Turteltauben trat der Tod ein, wenn sie 0,379, bei 20 Tauben, wenn sie 0,416, bei 2 Hühnern, wenn sie 0,527, bei 1 Krähe, wenn sie 0,311, bei 5 Meerschweinchen, wenn sie 0,330 und bei 5 Kaninchen, wenn sie 0,374 des Körpergewichtes verloren hatten. Als Mittelwerth aller Versuche ergab sich 0,397 [2]). Man kann daher annehmen, daß ein Säugethier durchschnittlich dem Hungertode unterliegt, wenn es $\frac{1}{3}$ bis $\frac{2}{5}$ seines Körpergewichtes aufgezehrt hat.

3) Im Mittel verlor bei diesen Versuchen jedes Säugethier täglich 0,040 und jeder Vogel 0,044 seines Körpergewichtes. Als Durchschnitt aller Erfahrungen ergab sich 0,042 [3]). Wir können daher feststellen, daß ein hungerndes Säugethier im Mittel $\frac{1}{25}$ seines Körpergewichtes täglich einbüßt. Ob für den Menschen ein analoger Coefficient in Wirksamkeit trete oder nicht, steht dahin. In den oben erwähnten drei Versuchstagen betrugen die von mir eingenommenen Nahrungsmittel am ersten Tage 0,06046 bis 0,05950, am zweiten 0,052364 bis 0,051311 und am dritten 0,052633 bis 0,051689 des Körpergewichtes. Dieses giebt im Durchschnitte 0,055152 bis 0,054166, oder etwas mehr als $\frac{1}{20}$ der Schwere des Körpers. Nehmen wir aber an, daß auch bei dem Menschen die unerläßlichen täglichen Ausgaben $\frac{1}{25}$ des Körpergewichtes betragen, so würde ein gesunder Mann, der weder zu wenig noch übermäßig ißt, während des Sommers, wo das Bedürfniß der Wassereinnahme etwas vergrößert ist, 0,015 bis 0,014 oder ungefähr $\frac{1}{66}$ bis $\frac{1}{71}$ mehr verzehren als zu den nothwendigen Ausgaben desselben erforderlich ist. Betrüge z. B. mein durchschnittliches Körpergewicht 53663 Grm., so würden meine unerläßlichen täglichen Ausgaben im Mittel 2146,40 Grm. ausmachen. In den drei Versuchstagen glichen sie im Durchschnitt 2885,36 Grm. Es werden daher 738,96 Grm. oder $\frac{1}{72}$ bis $\frac{1}{73}$ des Körpergewichtes mehr als der Bestand des Organismus erfordert, ausgegeben. Legen wir den nothwendigen Verlust als Einheit zum Grunde, so verzehrte ich im Durchschnitte (à 2924,03 Grm. mittlerer täglicher Speise- und Trankmenge) 0,3623 und verlor 0,3443 mehr als die unerläßlichen durchschnittlichen Ausgaben be-

---

[1]) Chossat Recherches expérimentales sur l'Inanition. Paris. 1843. 4. p. 13—18.

[2]) Chossat a. a. O. p. 20.

[3]) Chossat a. a. O. p. 22.

trugen oder ich nahm ungefähr 1/3 derselben zu viel ein und schied ungefähr eben so viel in zu bedeutendem Maaße aus.

4) Indem der Körper bis zum Eintritte des Hungertodes durchschnittlich 2/5 seines Gewichtes verliert, ist natürlich dieses Deficit nicht auf alle Organe gleichmäßig vertheilt. Um die hierbei Statt findenden Verhältnisse wenigstens annähernd kennen zu lernen, verschaffte sich Chossat[1]) zehn Paar Tauben, von denen je zwei, so sehr es möglich war, dasselbe Alter und das gleiche Körpergewicht hatten. Das eine von ihnen wurde durch Asphyxie, das andere durch Entziehung der Nahrungsmittel getödtet. Hierauf wurden die Organe beider durch das Gewicht bestimmt und dann in ihren festen Rückständen erforscht. Das Blut wurde mit tarirten Schwämmen aufgesogen und auf diese Art seiner Menge nach gefunden. Hierbei ergaben sich dann folgende Endwerthe[2]).

Theile.	Proportioneller integraler Verlust.	Theile.	Proportioneller integraler Verlust.
Fett	0,933	Magen	0,397
Blut	0,750	Schlund und Speiseröhre	0,342
Milz	0,714	Haut	0,333
Pancreas	0,641	Nieren	0,319
Leber	0,520	Athmungsorgane	0,222
Herz	0,448	Knochen	0,167
Gedärme	0,424	Augen	0,100
Muskeln	0,423	Nervensystem	0,019

Da nun der Verlust des gesammten Körpergewichtes 0,4 beträgt, so sieht man, daß die ersten 8 Organe verhältnißmäßig mehr, die letzten 8 relativ weniger als die Körpermasse verlieren. Da das Fett durch den Zutritt des eingeathmeten Sauerstoffes in Kohlensäure und Wasser verwandelt werden und so zum größten Theile bis gänzlich nach und nach durch die Perspiration davongehen kann, so erklärt sich leicht, weshalb sein integraler proportioneller Verlust der größte von allen Organen und Geweben ist. Merkwürdiger Weise aber verliert das Nervensystem, welches vorzugsweise aus Fett und Proteinkörpern zusammengesetzt ist, am mindesten und relativ 49 bis 50 Mal weniger als das Fett. Während diese Sache vom physiologisch-organischen Standpunkte eher erklärlich ist, fehlen uns noch alle sicheren Momente, um es auf anatomisch-chemischem Wege genauer zu erörtern. Unter den übrigen Organen verlieren das Herz, die Därme und vorzüglich die Muskeln nur wenig mehr als die gesammte Körpermasse.

1) a. a. O. p. 67.
2) Chossat a. a. O. p. 92.

An den einzelnen Theilen selbst aber erscheinen noch manche Eigenthümlichkeiten. Während die Leiche, so weit es angeht, an der Luft vertrocknet, behält der verhungernde Organismus seine Feuchtigkeit. Der Verlust findet mehr auf Kosten der festen Bestandtheile Statt. Ja sogar das Blut wird wasserreicher und dünnflüssiger und setzt mehr Serum ab. Die äußeren Theile, wie die Kämme, die Schleimhaut des Mundes, sind blasser. Es bilden sich Wasserergüsse im Herzbeutel und im Zellgewebe. Bei einzelnen Fröschen nehmen sogar Blut und Leber eine ganz schwarze Färbung an. Unter den Muskeln verlieren nicht alle in gleichem Maaße. Vielmehr ist das Deficit der großen Brustmuskeln der Tauben relativ viel bedeutender als das des übrigen Muskelsystemes. Die ersteren ergaben z. B. im feuchten Zustande 0,531, die letzteren 0,356. Im Trocknen zeigten sich dann 0,550 und 0,359. Die Brustmuskeln verringerten sich mithin ungefähr 1½ Mal so stark als die übrige Muskulatur. Wahrscheinlich hängt dieses mit dem Grade ihrer Thätigkeit und der dabei Statt findenden Ausgaben zusammen. Hiermit stimmt, daß der Verlust, welchen das Herz erleidet, etwas größer als das mittlere Deficit der Muskeln ist. Die Lungen und die Nieren, welche fortwährend ihre Absonderungsproducte liefern, nehmen verhältnißmäßig sehr wenig ab.

5) Natürlicher Weise wird der absolute integrale Verlust von der Masse, welche ein Organ oder ein Gewebe ausmachen, und dem proportionellen integralen Verlust desselben abhängen. Betrug z. B. das Gesammtdeficit 142,17 Grm., so vertheilte sich diese Größe durchschnittlich folgendermaßen [1]:

Theil.	Gewicht in Grammen.		Bruchtheil, wenn 142,17 Grm. = 1 gesetzt wird.	
Blut		7,86		0,0552
Muskeln, nämlich:				
Aeußere Muskeln	66,32	74,63	0,46648	0,5249
Herz	1,87		0,01315	
Muskelapparat des Verdauungscanals	6,44		0,04530	
Drüsen des Unterleibes	7,46	15,87	0,05247	0,1117
Lungen	0,86		0,00605	
Aeußere Haut	5,64		0,03967	
Andere Theile	1,91		0,01343	
Knochen		5,34		0,0376
Fett		38,47		0,2706

Hiernach deckte im Mittel das Fett ungefähr ¼, die Muskulatur des Körpers beinahe ½, der größte Theil des Muskelgewebes überhaupt ½

[1]) Chossat a. a. O. p. 93.

des Verlustes. Alle anderen Theile bestritten nur $1/4$ desselben, und zwar das Blut $1/20$, die Drüsen des Unterleibes $1/20$, die äußere Haut $1/25$, die Knochen beinahe $1/25$, die Lungen $3/500$ und die übrigen Theile etwas mehr als $1/100$. Wir sehen hieraus, daß das Fett und das Muskelgewebe bei der Abmagerung die bei Weitem vorherrschendsten Rollen spielen.

Diese Verhältnisse des Hungertodes ändern natürlicher Weise die Größen der Eigenwärme. Nach Chossat zeigt sich nämlich bei Constanz der umgebenden Atmosphäre eine reguläre Schwankung der Temperatur in der Kloake der Tauben. Nach 300 Erfahrungen ergaben sich durchschnittlich für den Mittag 42°,22 C., für Mitternacht dagegen 41°,48 C. [1]). Verhungernde Thiere der Art boten in drei Versuchsreihen mit 117 Beobachtungen, welche die Mittagstemperatur betrafen, eine mittlere Erniedrigung von 0°,52 C. dar. Die mitternächtliche Wärmeverminderung dagegen, welche 113 Beobachtungen umfaßte, glich 3°,06 C. Sie war mithin 6 Mal so groß als die mittägliche. Hierbei wurden die täglichen Schwankungen, nach welchen die thierische Wärme Abends sinkt und Morgens steigt, um so bedeutender, je längere Zeit hindurch das Thier hungerte und je mehr die Schwäche desselben zunahm [2]). Am letzten Lebenstage dagegen sank die Wärme bei Vögeln und Säugethieren auf eine sehr auffallende Weise. Während sich bei Tauben, Turteltauben, Hühnern, Kaninchen und Meerschweinchen innerhalb der übrigen Hungerzeit eine mittlere Verminderung der Temperatur von 0°,3 C. ergab, zeigte sich am letzten Lebenstage ein durchschnittliches Erkalten von 14° C., also ungefähr 47 Mal mehr. Ja die Differenz steigt sogar auf 103 Mal, wenn man die Reduction für die einzelnen Stunden der allerletzten Lebenszeit vornimmt [3]) (vergl. dagegen §. 103).

Die **Einnahmen**, welche der Körper machen muß, um seine uner- 536
läßlichen Ausgaben zu decken, bedingen ebenfalls eine Reihe von Erscheinungen, welche für die thierische Oekonomie von der größten Wichtigkeit sind und den Werth der Diätetik derselben bestimmen. Von ihnen hängt es ab, ob sich ein Wesen erhält oder nicht. Denn sobald sie unzureichend ausfallen, stirbt das Thier oder der Mensch eben so gut als wenn ihm gar keine Nahrung verabreicht würde.

Schon früher (§. 122) haben wir gesehen, daß in den einzelnen thie- 537
rischen und menschlichen Theilen zwei Arten organischer Grundsubstanzen, nämlich Proteinkörper und Fett, vorhanden sind und daß die ersteren die stickstoffhaltigen, die letzteren die stickstofflosen Elemente unseres Organismus repräsentiren. In die gleiche Kategorie gehören in gewisser Beziehung die charakteristischen Aussonderungsproducte, welche z. B. mit dem Harne davongehen, da sie als Begleiter der in unserem Körper Statt findenden Zersetzungen von Proteinkörpern auftreten. Hieraus folgt dann schon theoretisch, daß alle Nahrungsmittel, welche ihren Zweck erfüllen sollen, entweder Proteinkörper und Fett enthalten oder wenigstens die Möglichkeit darbieten müssen, diese Stoffe aus sich zu erzeugen. Welcher von diesen beiden Fällen Statt finde, läßt sich für jetzt noch nicht absolut entscheiden. Allein die gegenwärtige Chemie deutet in hohem Grade darauf hin, daß das Pflanzenreich auch in dieser Hinsicht der Thierwelt vorarbeite und daß die letztere nur innerhalb beschränkterer Grenzen umzusetzen im Stande sei. Die drei Hauptproteinkörper, das Eiweiß, der

---

[1]) a. a. O. p. 102.
[2]) Chossat a. a. O. p. 116.
[3]) Chossat a. a. O. p. 133. 35.

Faserstoff und der Käsestoff und andere ihnen isomorphe neutrale Stickstoffkörper finden sich in analogen Vorkommnissen in beiden Naturreichen, so daß die Pflanzenfresser dieselben schon zum Theil oder vielleicht gänzlich durch ihre vegetabilische Nahrung erhalten. Sie setzen sie nur in so beschränktem Maaße um, daß die Elementaranalyse nicht selten die untergeordneten Unterschiede, welche bei der Umbildung derselben zu den thierischen Organtheilen Statt finden, nachzuweisen außer Stande ist. Eben so führen wir mit den Pflanzen, die wir genießen, viele Fette und Oele und das wachsartige Chlorophyll in den Organismus ein. Allein keiner dieser Körper ist mit dem menschlichen Fette vollkommen identisch. Wie daher die Pflanzen, indem sie die Kohlensäure zu ihrem Nutzen zersetzen und Sauerstoff abscheiden, eine uns unnachahmliche chemische Kraftäußerung zeigen, so liefern sie wahrscheinlich auch die Grundkörper, welche das Thier für seine Erhaltung nöthig hat. Dieses vollführt aber dann untergeordnete für seinen Organismus nothwendige Metamorphosen, durch welche gleichsam nicht sowohl die Gattung als die Art der Substanzen verändert wird.

Die Möglichkeit, die meisten stickstoffhaltigen Verbindungen unseres Körpers in ihren elementaranalytischen Werthen auf die Formel des Protein zurückzuführen (§. 122 und 124), erinnert gewissermaßen an die anatomische Thatsache, daß sich alle Gewebe ursprünglich auf Kern- und Zellenbildungen reduciren lassen. Gleichwie aber die verschiedenen Zellen selbst im Anfange mehr oder minder deutliche Unterschiede zeigen, so ließ sich auch erwarten, daß diejenigen Substanzen, welche aus dem Protein hervorgehen, vorzüglich das Eiweiß, der Faserstoff und der Käsestoff zwar im höchsten Grade mit einander verwandt sein, jedoch selbst in ihren organischen Grundelementen untergeordnete Abweichungen darbieten werden. Während man früher die Differenzen in den Schwefel- und Phosphoratomen, die sich mit dem Protein verbinden, suchte (§. 122), deuten die ausführlichen neuesten Elementaranalysen von Dumas, Cahours und St. Evre [1]) allerdings schon einzelne Unterschiede, selbst der organischen Elemente an. Für das Protein nämlich erhielten die genannten Chemiker:

Bestandtheile.	Protein der Milch.	Protein des Serum des Ochsenblutes.	Atome.	Berechnet.
C.	54,29	54,38	48	54,298
H.	7,10	7,14	75	7,057
N.	15,94	15,92	12	16,021
O.	22,67	22,56	15	22,624
	100,00	100,00		100,00

Die Scherer'sche Formel des Protein war (s. oben S. 188) $C_{48} H_{72} N_{12} O_{14}$; die Mulder'sche $C_{40} H_{62} N_{10} O_{12}$. Reduciren wir den obigen berechneten Ausdruck [2]) C_{48}

[1]) Annales des sciences naturelles. Zoologie. Tom. XVIII. 1842. 8. p. 350—77. Annales de Chimie. Tom. VI. 1842. 8. p. 385—448.

[2]) Dumas und Cahours berechnen aus den oben angegebenen gefundenen Werthen $C_{48} H_{37} N_{12} O_{15}$. Der Grund dieser Abweichung liegt darin, daß sie das Atomgewicht des Wasserstoffes nicht zu 6,2398, sondern zu 12,5 annehmen.

H_{75} N_{12} O_{15} auf C_{40}, so haben wir C_{40} $H_{62/5}$ N_{10} $O_{12/5}$; nach Scherer's Formel dagegen C_{40} H_{60} N_{10} $O_{13/33}$.

Dumas und Cahours bestätigten ebenfalls die identische Elementarzusammensetzung des pflanzlichen und thierischen Eiweißes und des Casein. Dagegen lieferte ihnen der Faserstoff erhebliche Abweichungen. Bei ihren Untersuchungen erhielten nämlich die Verfasser:

Bestandtheile.	Eiweiß von: Serum des Schaafes.	Serum des Ochsen.	Serum des Kalbes.	Serum des Menschen	Eiern.	Mehl.	Mittel.	Atome.	Berechnet.
C.	53,54	53,40	53,49	53,32	53,37	53,74	53,48	48	53,392
H.	7,08	7,20	7,27	7,29	7,10	7,11	7,17	77	7,125
N.	15,82	15,70	15,72	15,70	15,77	15,66	15,73	12	15,753
O.	23,56	23,70	23,52	23,69	23,76	23,50	23,62	16	23,730
	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,01	100,00		100,000

Für verschiedene Faserstoffarten ergaben sich:

Bestandtheile.	Faserstoff des Blutes des Schaafes.	Kalbes.	Ochsen.	Pferdes.	Hundes.	Hundes nach 2½ monatlicher Fleischnahrung.	Hundes nach 2½ monatlicher Brotnahrung.	Menschen.	Mehles.	Mittel.	Atome.	Berechnet.
C	52,8	52,5	52,7	52,67	52,74	52,77	52,57	52,78	52,68	52,68	18	52,700
H	7,0	7,0	7,0	7,00	6,92	6,95	7,07	6,96	6,99	6,99	77	7,033
N	16,5	16,5	16,6	16,63	16,72	16,51	16,55	16,78	16,60	16,60	13	16,845
O	23,7	24,0	23,7	23,70	23,62	23,77	23,81	23,48	23,73	23,73	16	23,422
	100,0	100,0	100,0	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00		100,000

Nach diesen Untersuchungen würde dann das Albumin die Elemente von 1 At. Wasser mehr enthalten als das Protein, und der Faserstoff 1 At. Stickstoff mehr führen als das Eiweiß. Man wird jedoch bemerken, daß bei der Berechnung der Faserstoffformel eine etwas größere Stickstoffprocentzahl, als sich bei irgend einer Analyse ergeben hat, herauskommt. Da nun die Werthe der einzelnen Analysen einander so äußerst nahe stehen, so erzeugt sich hierdurch eine sehr große Schwierigkeit für die Berechnung. Denn man mag welche Formel man will aufstellen, so wird sie, sobald sie mit dem angenommenen Werthe des Eiweißes in Parallele gebracht werden kann, mehr von den gefundenen Zahlen abweichen als die einzelnen Analysen unter einander differiren. Nach Dumas und Cahours [1]) soll man den Faserstoff als eine Verbindung von Albumin oder Casein mit Ammoniak ansehen können. Denn durch anhaltendes Kochen der Fibrine mit Wasser destillire eine ammoniakhaltige Flüssigkeit über, während ein mit dem Eiweiß identischer Körper zurückbleibe. Allein die günstigste Formel für diese Deduction, nach welcher

[1]) Annales de Chimie a. a. O. p. 437.

der Faserstoff 0,8 At. Ammoniak mehr als das Eiweiß enthalten würde, wäre $C_{48}\ H_{79/4}\ N_{12/8}\ O_{16}$. Diese giebt C. 52,720 H. 7,255 N. 16,593 und O. 23,432, mithin noch immer mehr Wasserstoff als in irgend einer Analyse vorkommt. Vielleicht, daß die Schwierigkeit darin liegt, daß von den Thieren Gemenge von arteriellem und venösem Faserstoff angewendet wurden. Denn die Berechnungen der Formel $C_{48}\ H_{77}\ N_{13}\ O_{16}$, nach welcher nur 1 At. Stickstoff mehr als bei dem Eiweiße herauskommt, stimmt äußerst genau mit dem venösen Faserstoffe des Menschen, während die gemischten Fibrinarten der Thiere durchgehends weniger Stickstoff darbieten.

Auch in Betreff eines anderen hierher gehörenden Körpers sind die Ansichten noch streitig. Scherer erhielt bei Analyse des Pflanzencasein C. 54,138 H. 7,156 N. 15,672 und O. 23,034. Eine sehr annähernde Formel hierfür ist $C_{72}\ H_{115}\ N_{18}\ O_{23}$. Denn sie giebt C. 53,942 H. 7,168 N. 15,916 und O. 22,975. Reduciren wir sie auf C_{48}, so haben wir $C_{48}\ H_{78/6}\ N_{12}\ O_{15/3}$. Dumas und Cahours kommen im Mittel auf C. 50,84 H. 6,74 N. 18,75 und O. 23,67. Dieses entspricht $C_{48}\ H_{76}\ N_{15}\ O_{17}$. Denn für den letzteren Werth haben wir C. 50,690 H. 6,677 N. 18,696 und O. 23,937 [1]. In der That ist auch nach Rochleder [2]) das Legumin der französischen Chemiker eine andere Substanz als das Pflanzencasein von Liebig und Scherer. Wie dem nun auch sei, so leidet es keinen Zweifel, daß wir durch die pflanzliche wie die thierische Nahrung eine Reihe von Proteinkörpern, deren Hauptrepräsentanten Albumin, Fibrin, Casein und Legumin sind, einführen und daß diese nur untergeordneter Artmetamorphosen bedürfen, um in die Proteinkörper unseres Organismus oder deren Zersetzungsproducte übergeführt zu werden.

So klar dieses auch ist, so wenig können wir doch für jetzt schon bestimmen, wie weit sich die Grenze dieses Umsatzes ausdehnt und in wie fern hierdurch die Eigenschaft eines guten oder eines schlechten Nahrungsmittels bedingt wird. Der Leim z. B., dessen Formel $C_{48}\ H_{80}\ N_{15}\ O_{17}$ ist (S. 188. 89.), bildet kein so passendes Nahrungsmittel als das Eiweiß, welches $C_{48}\ H_{77}\ N_{12}\ O_{16}$ als Werth hat. Es scheint daher, als wenn nicht bloß die elementaranalytische, sondern auch die übrige chemische Beschaffenheit das Bestimmungsglied hierfür ausmache.

538 Von den stickstofflosen Nahrungsmitteln bilden die Fette und Oele die Artsverwandten unserer eigenen Fettmassen. Ihr allgemeiner Charakter besteht in einer hervorstechenden Armuth an Sauerstoff. Meistentheils betragen auch die Wasserstoffatome nahebei das Doppelte der Kohlenstoffatome. Allein auch hier weichen die Atomzahlen des Kohlenstoffes und des Wasserstoffes, welche 1 At. Sauerstoff entsprechen, in hohem Grade von einander ab, so daß die öligen und fettigen Substanzen, sei es des Pflanzen- oder des Thierreiches, wenn sie nicht in unserem Organismus zu Kohlensäure und Wasser elementaranalysirt werden, sondern in Fett übergehen, wiederum wesentliche Artmetamorphosen erleiden müssen. Das Baumöl z. B. gleicht $C_{11}\ H_{23}\ O_1$, so daß es erst durch den Austritt von 4 Wasserstoffatomen zu menschlichem Fette werden kann. Wir haben z. B. 1 At. Baumöl + 2 At. Sauerstoff = $C_{11}\ H_{23}\ O_3$ = 1 At. Fett + 2 At. Wasser = $C_{11}\ H_{19}\ O_1 + H_4\ O_2$. Neben dieser Reihe von stickstofflosen Verbindungen, welche in der Mischung unserer Nahrung hervortreten, erscheint eine andere Hauptabtheilung derselben, welche ausschließlich dem Pflanzenreiche angehört und sich dadurch charakterisirt, daß in ihren Körpern gerade doppelt so viele Atome von Wasserstoff als von Sauerstoff auf dieselbe Weise wie im Wasser vorhanden sind. Bei der Elementaranalyse dieser Substanzen braucht daher nur der Kohlenstoff auf Kosten des zugeführten Sauerstoffes zu Kohlensäure zu verbrennen. Hierher ge-

---

[1]) Nach Dumas und Cahours ist auch die Formel des Legumins $C_{48}\ H_{37}\ N_{15}\ O_{17}$.
[2]) Annales des Pharmacie. Bd. 46. 1843. 8. S. 156.

hören vorzüglich (die Milchsäure), die verschiedenen Arten von Zucker, Stärkmehl, Gummi, Pectin u. dgl.

Die elementaranalytischen Formeln, auf welche sich diese Aussprüche beziehen, sind schon S. 186—88 gegeben worden. Unter den stickstofflosen Pflanzensubstanzen scheinen auch das Wachs und die ihm verwandten Stoffe, wie z. B. das Chlorophyll eine bedeutende Rolle zu spielen. Nach Levy [1]) besteht das reine Bienenwachs, wenn man aus drei gemachten Elementaranalysen das Mittel zieht, aus C. 80,223 H. 13,387 und O. 6,390. Dieses giebt, das Atomgewicht des Wasserstoffes = 6,2398, $C_{17}H_{34}O_1$. Denn der letztern Formel entsprechen C. 80,333 H 13,367 und O. 6,300. Für das Chlorophyll fehlen noch genauere elementaranalytische Formeln.

Findet bei dem Erwachsenen weder eine Vermehrung noch eine Ver- 539
minderung des Körpergewichtes Statt, so müssen sich aus dem Quantum der Ausgaben die Mengen der nothwendigen Einnahmen an Proteinkörpern und den genannten stickstofflosen Substanzen berechnen lassen. Gesetzt, ich entleerte z, B., was von der Wahrheit nicht sehr fern liegen wird, 25 Grm. Harnstoff in 24 Stunden, so werden diese (s. S. 190) 5,005 Grm. Kohlenstoff, 1,678 Grm. Wasserstoff, 11,682 Grm. Stickstoff und 6,635 Grm. Sauerstoff enthalten. Geht außerdem 1 Grm. Harnsäure ab, so besitzt dieses C. 0,358 Grm., H. 0,024 Grm., N. 0,346 Grm. und O. 0,272 Grm. Abstrahiren wir nun von den übrigen organischen Bestandtheilen, so haben wir für den Urin C. 5,363 Grm., H. 1,702 Grm., N. 12,028 Grm. und O. 6,907 Grm. Meine durchschnittliche tägliche Kothmenge läßt sich zu 200 Grm. anschlagen (§. 530). Nehmen wir nun an, daß die Excremente im Mittel 75% Wasser und in ihrem festen Rückstande C. 45,24, H. 6,88, N. u. O. 34,73 und Asche 13,15 führen (Playfair)[2]), so giebt dieses C. 22,62 Grm., H. 3,44 Grm., N. u. O. 17,36 Grm. und Asche 6,58 Grm. Da ich ungefähr 10,4 Grm. Carbon stündlich aus den Lungen entferne, so wollen wir für die Hautausdünstung 0,5 Grm., mithin für die Perspiration überhaupt 10,9 Grm. statuiren. Dieses giebt für 24 Stunden 261,6 Grm. Schätzen wir nun den Stickstoffgehalt der Excremente auf $1/_{17}$ der Summe des Nitrogen und des Sauerstoffes [3]), so erhalten wir:

---

[1]) Comptes rendus hebdomadaires de l'Academie des sciences. Tom. XVI. Paris. 1843. 4. p. 676.

[2]) J. Liebig die organische Chemie in ihrer Anwendung auf Physiologie u. Pathologie. Zweite Auflage. Braunschweig. 1843. 8. S. 257.

[3]) Da Playfair den Stickstoff nicht besonders bestimmt hat, so wählte ich jenen Schätzungscoefficienten nach Analogie der Thierexcremente. Nach Boussingault enthalten die des Pferdes auf 37,7 % Sauerstoff 2,2 %, die der Kuh 2,3 % Nitrogen (Annales de Chimie Vol. LXXI. p. 122 sq.). Den etwas größeren Werth nahm ich wegen der Fleischnahrung des Menschen an.

Ausgaben.	In Grammen ausgedrückte Mengen von			
	Kohlenstoff.	Wasserstoff.	Stickstoff.	Sauerstoff.
Urin	5,363	1,702	12,028	6,907
Excremente . . .	22,620	3,440	1,211	16,149
Perspiration . . .	261,600	» »	» »	696,700
	289,583	5,142	13,239	719,756

In geründeter Rechnung lassen sich diese Ausgaben z. B. folgendermaßen decken [1]):

Absolut trockene Nahrungsmittel in Grammen.	In Grammen ausgedrückte Mengen von			
	Kohlenstoff.	Wasserstoff.	Stickstoff.	Sauerstoff.
83,107 Protein.	45,157	5,917	13,239	18,795
114,250 Fett.	90,257	13,043	» »	10,950
348,404 Amylon.	154,169	23,253	» »	170,982
	289,583	42,213	13,239	200,727
Oben genannte Ausgaben	289,583	5,142	13,239	719,756
Es bleibt daher . . .	» »	+37,071	» »	−519,029

Nun betrug die Menge der durch die Perspiration davongehenden Kohlensäure 261,6 + 696,7 = 958,3 Grm. Folglich glich der vermöge des Diffusionsgesetzes absorbirte Sauerstoff 958,3 × 0,85163 = 816,117 Grm. Es bleiben mithin 816,117 — 519,029 = 297,088 Grm. Sauerstoff für die Verbrennung des Wasserstoffes. Zu diesem Zwecke sind aber 37,071 Grm. Hydrogen disponibel, und diese fordern $\frac{37,071 \times 88,905}{11,095}$ = 297,053 Grm. Oxygen. Unter den obigen Verhältnissen werden also alle Desiderate befriedigt.

In der angeführten Einnahmstabelle beträgt die Menge des Fettes ungefähr 1½ Mal und die des Amylon etwas mehr als 4 Mal so viel als die des Protein. So leicht es nun ist, nach den Ausgabentabellen Einnahmenverzeichnisse zu entwerfen, welche die geforderten Mengen von Kohlenstoff und Stickstoff liefern, so schwer wird es, solche, wie die obige zu ermitteln, bei welchen zugleich der durch die ausgeschiedene Kohlensäure geforderte Sauerstoff gerade genau hinreicht, den Kohlenstoff und Wasserstoff, welcher nicht mit den Excrementen und dem Urin davongeht, zu verbrennen. Nur eine solche Berechnungsweise aber kann als genügend angesehen werden. Sicherlich ist es dabei keine Zufälligkeit, daß sich dann die Quantitäten des Protein, des Fettes und des Amylon beinahe genau = 2 : 3 : 8 verhalten. Wie es scheint, deutet dieses auf ein bestimmtes Aequiliber

[1]) Für diese Berechnungen wurden folgende procentige Zusammensetzungen zum Grunde gelegt:

	C.	H.	N.	O.	Beobachter.
Protein	54,335.	7,120.	15,930.	22,615.	Dumas und Cahours.
Fett	79,000.	11,416.		9,584.	Chevreul.
Amylon	44,250.	6,674.		49,076.	Berzelius.

unserer Einnahmen und Ausgaben mit Berücksichtigung der drei Grundkörper unserer Nahrungsmittel, der Proteinsubstanzen, der stickstofflosen und sauerstoffarmen und derjenigen stickstofflosen Verbindungen, in welchen doppelt so viel Wasserstoff- als Sauerstoffatome vorhanden sind, hin. Versucht man jene Tabelle so zu berechnen, daß nur Protein und Stärkmehl in den Einnahmen erscheinen, so bleibt eine beträchtliche Menge von Sauerstoff unbenutzt. Nimmt man dasselbe mit Protein und Fett vor, so fehlt Oxygen. Beiderlei unannehmbare Resultate der Berechnung aber führen zu dem Schlusse, daß zu einer regelrechten Nahrung nicht bloß Protein und Stärke oder Protein und Fett oder ihnen analoge Körper allein, sondern Verbindungen von Protein, Fett und Amylon oder aller drei Hauptklassen von Ernährungssubstanzen gehören. Bei bloßer Fleischnahrung compensirt sich wahrscheinlich der geringe Sauerstoffgehalt des Fettes durch den größeren der stickstoffhaltigen Elemente.

Da bei den bis jetzt vorhandenen Elementaranalysen des Brotes, der Erbsen, der Linsen, der Bohnen [1]) u. dgl. keine speciellen Stickstoffbestimmungen vorliegen, so ist es auch nicht möglich, ähnliche Rechnungstabellen in Betreff der rohen Nahrungsmittel darzustellen. Denn die bloßen Bestimmungen der Mengen des verbrennenden Kohlenstoffes kennt man genauer durch die directen Athmungsbeobachtungen. Dieses ist um so mehr zu bedauern, als diese Berechnungen keine bloßen Spielereien mit Zahlen sind, sondern, abgesehen von der Abrechnung selbst, ein Mittel abgeben, um eine andere sonst nicht zu lösende Frage zu entscheiden. Durch sie allein nämlich wird es möglich, genauer zu erfahren, wie viel Wasserstoff zu Wasser verbrennt. Da alle directen Beobachtungen der Art, welche den Menschen betreffen, noch gänzlich fehlen, so wollen wir der Vollständigkeit wegen die von Boussingault für die milchende Kuh und das Pferd gelieferten Grunddata benutzen, um auch diesen Punkt nach erfahrungsmäßigen Prämissen zu erörtern. Nach den speciellen Abrechnungstabellen, welche sich in dieser Beziehung in Wagner's Handwörterbuch der Physiologie. Bd. I. S. 396 u. 398 vorfinden, verbrannten bei einem Pferde, wenn man von dem ausfließenden Speichel und der Hautabschuppung absieht, innerhalb drei Tagen 2465 Grm. Kohlenstoff und 255,2 Wasserstoff. Der letztere verhielt sich also zu dem ersteren = 1 : 9,6591. Bei der milchgebenden Kuh betrug die Menge des Kohlenstoffes ebenfalls für drei Tage 2211,8 Grm., die des Wasserstoffes 263,5 Grm. Mithin gleicht hier das Verhältniß = 1 : 8,3940. Nach der oben für den Menschen entworfenen Tabelle haben wir eine Proportion = 37,041 : 289,583 = 1 : 7,8179. Wir können daher hiernach als ungefähre durchschnittliche Werthe annehmen, daß der verbrennende Wasserstoff etwa $\frac{1}{8}$ bis $\frac{1}{10}$ des Gewichtes des verbrennenden Kohlenstoffes betrage. Im Mittel haben wir = 1 : 8,6270.

Da mein Körpergewicht 54 Kilogr. beträgt, so kommt auf 1 Grm. desselben und 24 Stunden $\frac{289,583}{54000}$ = 0,00536 Grm. verbrennenden Carbons [2]) und $\frac{37,041}{54000}$ = 0,000686 Grm. sich oxydirenden Hydrogens. Nehmen wir an, daß das von Boussingault benutzte Pferd als Durchschnittswerth 450 Kilogr. gewogen, so giebt dieses für 1 Grm. Körpergewicht 0,00573 Grm. Kohlenstoff und 0,000593 Grm. Wasserstoff. Supponiren wir daher für 1 Grm. Körpersubstanz und 24 Stunden 0,005 Grm. Carbon und 0,0006 Grm. Wasserstoff, so entspricht dieses nach den Zahlen von Lavoisier und Laplace (§. 105) 50,17° C. und nach denen von Despretz 52,65° C. Es bleiben mithin bei hinreichender Nahrungsweise, abgesehen von der Wärmecapacität der Theile, für die Abkühlung 12,67° C. bis 15,15° C. Wir sehen hieraus, daß die reellen Berechnun-

---

[1]) Durch eine Irrung, welche sich in Liebig die organische Chemie in ihrer Anwendung auf Physiologie und Pathologie. Erste Auflage. S. 252 und zweite Auflage S. 257 vorfindet und auf welche ich erst später aufmerksam geworden, verleitet, wurde in der S. 216 befindlichen Tabelle der Sauerstoff und Stickstoffgehalt des Brotes zu 35,12 bis 34,89 % statt zu 45,12 bis 44,89 % angegeben. Das Atomgewicht des Kohlenstoffes zu 75,00 enthält das Schwarzbrot nach zwei Analysen von Böckmann im Mittel C. 44,65 H. 6,48 N. u. O. 45,62 und Asche 3,25. Daher fällt auch die S. 216 gegebene Bemerkung, daß es weniger Sauerstoff und Stickstoff als die Bohnen, Erbsen und Linsen führe, hinweg.

[2]) Auf die Lungenausdünstung allein kamen 0,00388 (§. 434). Folglich blieben für Haut und Darm 0,00148 oder ungefähr $\frac{1}{3}$ der Athmungsausdünstung.

gen der Art sich noch etwas günstiger stellen als die rein theoretischen, welche auf anderem Wege §. 105 gegeben worden sind.

Die speciellen Abrechnungen, sofern sie die bis jetzt in dieser Hinsicht untersuchten Thiere betreffen, s. in R. Wagner's Handwörterbuch der Physiologie. Bd. I. Braunschweig 1842. 8. S. 380 fgg. Ueber die durchschnittlichen Einnahmen kräftiger Männer s. die Tabelle bei Liebig die organische Chemie in ihrer Anwendung auf Physiologie und Pathologie. Zweite Auflage. Braunschweig. 8. S. 262. 63. Dumas und Cahours (Annales de Chemie Vol. VI. 1843. 8. p. 445) nehmen an, daß ein Erwachsener durch seine Nahrung täglich 100 bis 120 Grm. Proteinkörper und die Aequivalente des Doppelten von Fett oder entsprechende Mengen stickstoffloser Nahrungsmittel erhalten müsse.

540 Außer den organischen Bestandtheilen muß noch der Körper eine Reihe unorganischer Verbindungen, welche in seine Constitution eingehen, mit den Nahrungsmitteln empfangen. An dem Pferde angestellte statische Untersuchungen zeigten, daß durch Speise und Trank mehr Chlor, Schwefelsäure, Phosphorsäure, Kieselsäure, Kalk und Talk eingeführt werde als durch Urin und Excremente davongeht. Unzweifelhaft gilt das Gleiche von dem Eisen und dem Mangan, so wie von den geringen Mengen von Flußsäure, welche in unserem Organismus existiren. Fast alle pflanzlichen oder thierischen Nahrungsmittel, die wir genießen, enthalten die genannten unorganischen Elemente; und so unvollständig die Zahl der Aschenanalysen auch ist, so leicht läßt sich doch zeigen, daß wir mit unserer Nahrung nicht unbedeutende Mengen derselben einführen. Das Brot z. B. besitzt durchschnittlich 3,25% Asche und enthält 0,31% phosphorsaurer Kalkerde [1]). Nehmen wir den Aschengehalt der Erbsen zu 4,15% an (§. 156), so führen sie 2,190% phosphorsaures Kali, 0,235% phosphorsaures Natron, 0,447% phosphorsaurer Kalkerde, 0,572% phosphorsauren Talkes, 0,102% phosphorsauren Eisenoxydes, 0,377% schwefelsauren Kalis und 0,164% Kochsalz (Will) [2]). Haben die Bohnen 3,3 bis 3,9% (Saussure) [3]), also durchschnittlich 3,6% Asche, so existiren in ihnen 2,469% phosphorsaures Kali und Natron, 0,337% phosphorsaure Kalkerde, 0,688% phosphorsaure Bittererde, 0,066% Kochsalz und 0,040% kieselsaures Kali (Büchner). Das menschliche Blut, welchem das der Haussäugethiere wahrscheinlich mehr oder minder nahe kommt, zeigt 0,6 bis 0,52% Chlorkalium und Chlornatrium, 0,21 bis 0,20% kohlensaure, phosphorsaure und schwefelsaure Alkalien und 0,091 bis 0,087% kohlensauren und phosphorsauren Kalk und Talk (Le Canu) [4]). Das Rindfleisch führt 0,08% albuminhaltigen phosphorsauren Kalkes und 1,98 bis 1,84% Alkoholextract, so wie 1,05 bis 0,15 Wasserextract, welche beiden mit Salzen verbunden sind (Berzelius und Braconnot) [5]). 100 Theile Kuhmilch haben durchschnittlich 5,835%

---

[1]) C. G. Lehmann Lehrbuch des physiol. Chemie. Bd. I. Leipz. 1841. 8. S. 113.

[2]) J. Liebig die organische Chemie in ihrer Anwendung auf Agricultur und Physiologie. Fünfte Auflage. Braunschweig. 1843. 8. S. 193. 1,49% fehlen bei dieser Analyse für 100 Theile Asche.

[3]) Th. v. Saussure Chemische Untersuchungen über die Vegetation. Uebersetzt von Voigt. Leipzig. 1805. 8. Aschentabelle Nr. 41 u. 42.

[4]) L. R. Le Canu Etudes chimiques sur le sang humain. Paris. 1837. 4. p. 57.

[5]) Berzelius Thierchemie Vierte Auflage. Dresden u. Leipzig. 1840. 8. S. 588.

Asche und zwar 2,858% phosphorsauren Kalkes, 0,526% phosphorsaurer Bittererde, 0,072% phosphorsauren Eisenoxydes, 1,646% Chlorkalium, 0,289 Chlornatrium und 0,444% Natron[1]). Diese wenigen Beispiele lehren schon deutlich, daß wir mit den gewöhnlichen Nahrungsmitteln die vorzüglichsten unorganischen Säuren und Alkalien, welche in unseren Körpertheilen enthalten sind, einführen. Von der Kieselsäure erhalten wir durch unsere vegetabilischen Speisen entschieden viel mehr als wir gebrauchen können. Auch die Flußsäure unseres Körpers dürfte durch unsere Speisen in reichlichem Maaße gedeckt werden.

Um aber diesen Satz durch ein specielles Beispiel näher zu erhärten, wollen wir gerade diejenige Verbindung, welche die größte Masse in unserem Körper ausmacht, nämlich den phosphorsauren Kalk, näher betrachten. Gesetzt, ich entleere täglich (§. 530) 1447,7 Grm. Urin und 190,73 Grm. Excremente. Enthalten nun der Harn 0,028% und die Excremente 0,2777 Grm. Knochenerde (Berzelius)[2]), so gehen täglich durch meine sensiblen Ausleerungen durchschnittlich 0,405 + 0,530 Grm. = 0,935 Grm. davon. Nach den obigen Daten würde diese Ausgabe durch 237,1 Grm. Schwarzbrot und 250 Grm. Rindfleisch gedeckt. Durchschnittlich verzehre ich auch in 24 Stunden, abgesehen von Nebenspeisen und Nebengetränken, ½ Pfd. (250 Grm.) Fleisch und circa ¾ Pfd. (375 Grm.) Brot. Da mein Körpergewicht 54000 Grm. beträgt, so können wir meine Blutmenge zu 54000 × 0,2291108 = 12372 Grm. anschlagen. Führt das Blut ungefähr 0,08% Knochenerde, so giebt dieses für 12,372 Kilogr. 9,898 Grm., d. h. ungefähr 10 Mal so viel als etwa täglich durch die sensiblen Ausleerungen davongeht. Nehmen wir an, daß mein trockenes Skelett 3800 Grm. wiegt und daß es 53% basisch phosphorsaure Kalkerde enthält, so giebt dieses 2014 Grm. Knochenerde. Mithin würde in 2154 Tagen oder in 6 Jahren ungefähr eben so viel basisch phosphorsaure Kalkerde, als mein Skelett enthält, durch meine sensiblen Ausleerungen davongehen.

Soll eine regelrechte Ernährung Statt finden, so müssen die Einnah- 541
men in jeder Hinsicht geeignet sein, auf passende Weise allen Forderungen des Organismus Genüge zu leisten. Es darf daher zuvörderst kein Körper, welcher zur Integrität der Organe gehört, mangeln. Fehlt z. B. der Stickstoff, indem ein Mensch oder ein Thier nur stickstofflose Nahrungsmittel empfängt, so ist natürlicher Weise die nächste Folge nur die, daß der Organismus selbst die zur Bildung des Harnstoffes, der Harnsäure und anderer abgehenden nitrogenführender Verbindungen nöthigen Stickstoffmengen hergiebt. Nach den oben erwähnten Thatsachen läßt sich annehmen, daß ein Erwachsener innerhalb 24 Stunden ungefähr 13 bis 20 Grm. Stickstoff ausführen muß. Dieses entspricht, wenn man N. 15,93% zum Grunde legt, 81,607 Grm. bis 125,55 Grm. Protein oder (à N. 15,73)

---

1) Liebig a. a. O. S. 232.
2) **Berzelius** a. a. O. S. 345 u. 459.

82,644 Grm. bis 127,146 Grm. Eiweiß oder (à N. 16,60) 78,313 Grm. bis 120,482 Grm. Faserstoff. Nehmen wir selbst jene Minima für meinen Organismus an, so könnte derselbe nur mit großen Aufopferungen diese Forderungen mehrere Wochen hindurch decken. Enthält das Blut durchschnittlich 0,283% Faserstoff und 6,725% Eiweiß, so führen 12,372 Grm. Blut 35,013 Grm. Fibrin und 832,02 Grm. Albumin. Man sieht hieraus, daß der Faserstoff des gesammten Blutes kaum die Hälfte der Ausgaben für einen Tag liefern könnte und daß der totale Eiweißgehalt desselben für 10 bis 11 Tage hinreichen würde. Diese Berechnung beweis't zugleich, daß, wie auch andere Erfahrungen andeuten, die Fibrine des Blutes immer neu entsteht und ein in fortwährender Metamorphose begriffener Bestandtheil ist.

Versuche, welche an Thieren angestellt worden, belegen diese Schlußfolgerungen auf das deutlichste. Hunde, welche mit stickstofflosen Substanzen, wie Zucker, Olivenöl, Butter, Gummi anhaltend gefüttert worden und als Getränk reines Wasser erhielten, vertrugen die Kost die erste Woche sehr gut, magerten jedoch später auffallend ab, wurden immer schwächer und schwächer, so daß ihnen zuletzt jede Bewegung unmöglich ward, und starben endlich verhungert und zwar meistentheils um die 5te bis 6te Woche. Bei manchen von ihnen, vorzüglich bei denen, welche mit Zucker gefüttert worden, zeigte sich noch das eigenthümliche Phänomen, daß an der Oberfläche ihrer Augen eine reichlichere, anfangs schleimige und später eiterige Absonderung auftrat, daß in Folge derselben die Mitte der Hornhaut geschwürig wurde und das Ganze entweder mit Durchbohrung der Cornea und Auslaufen des Auges schloß oder daß der Proceß sich zurückbildete und Trübungen der Hornhaut zurückblieben (Magendie). Während aber sonst die Excremente der Fleischfresser sehr viel Stickstoff enthalten, zeigten sich die von Hunden, welche an der Zuckerdiät zu Grunde gegangen, sehr arm an Azot, und die Galle führte viel Picromel. Noch deutlich erschienen die Veränderungen des Harnes, welcher sich in mehrfacher Beziehung dem der Pflanzenfresser näherte. Statt nämlich sauer zu sein, reagirte er wie bei diesen alkalisch und zeigte keine Spur von Harnsäure oder Phosphaten (Chevreul). Bei anderen Versuchen wurde die erstere jedoch ebenfalls gefunden, hatte sich aber in ihrer Quantität vermindert. Der Harnstoff sank innerhalb 10 Tagen der Zuckerdiät von 3% auf 1,8% (Marchand) [1]. In den Leichen solcher Thiere fehlt das Fett so gut als gänzlich. Von den Muskeln mangeln bedeutende Mengen ihrer Masse und der Magen und die Eingeweide sind verkleinert und zusammengezogen (Magendie) [2]. Daß auch bei dem Menschen der Hungertod nach bloßer Zuckernahrung eintrete, lehrt das Beispiel des englischen Arztes Stark, welcher ebenfalls Zuckernahrung selbst mit Brot verbunden für längere Zeit nicht aushielt.

---

1) Müller's Archiv. 1839. S. 91.
2) Annales de Chimie 1816. p. 125.

Wie rasch das Körpergewicht abnehme, lehren mehrere Versuche, welche von Macaire und Marcet, so wie von Tiedemann und Gmelin [1]) angestellt worden. Der Uebersichtlichkeit wegen stelle ich diese Data tabellarisch zusammen.

Thier.	Gewicht zu Anfange des Versuchs.	Fütterungs-material.	Dauer d. Versf. b. zu eintretend. Tode in Tagen.	Gewicht am Ende des Versuchs.	Totalverlust.	Mittlerer täglicher Verlust.	Proportioneller integraler Verlust.	Beobachter.
Hammel.	52 Pf.	Täglich 6—10 ℥ Zuck. in Wass.	20	31	21 Pf.	1,05 Pf.	0,40	Marcaire u. Marcet.
Gans.	6 Pf. 1 ℥	Zucker.	22	4 Pf. 8 ℥	1 Pf. 9 ℥	1,86 ℥	0,26	Tiedemann u. Gmelin.
Desgl.	8½ Pf.	Stärkmehl.	27	6¼ Pf.	2¼ Pf.	1,33 ℥	0,27	desgleichen.
Desgl.	5 P 12 ℥	Gummi.	16	4 P 12 ℥	1 Pf.	1 ℥	0,17	desgleichen.

Man sieht hieraus, daß der proportionale integrale Verlust des Hammels genau derselbe war, welchen Chossat für verhungernde Säugethiere gefunden hat (§. 535). Dagegen erschien er bei den Gänsen bedeutend größer, als ihn Chossat bei anderen Vögeln beobachtet.

Daß das Muskelsystem bei Hunden, welche mit Zucker gefüttert worden, in seinem Volumen bedeutend reducirt werde, läßt sich aus einer theoretischen Deduction, die wir, da am Hunde die nöthigen Vordata fehlen, an dem Menschen anstellen müssen, ebenfalls erhärten. Bei 54000 Grm. Körpergewicht beträgt die Muskulatur ungefähr 20000 Grm. [2]). Diese enthalten à 75 % Feuchtigkeit 5000 Grm. festen Rückstandes. Entleerte ein Mensch, der eine stickstofflose Nahrung empfängt, auch nur täglich 13 Grm. Stickstoff, so macht dieses für 3 Wochen 273 Grm. Nitrogen. Diese entsprechen à 15,69 % Stickstoff 1739,96 Grm., d. h. mehr als ⅓ der ursprünglichen Muskelsubstanz. Giebt diese aber auch vielleicht nicht allen Stickstoff her, so muß sie doch als eine Proteinmasse, welche dem Gewichte nach fast die kleinere Hälfte des Organismus ausmacht, ein bedeutendes Quantum liefern und daher in hohem Grade abmagern.

Bestehen die Einnahmen aus Mischungen von stickstoffhaltigen und 542
stickstofflosen Substanzen, so hängt es von der Menge beider Stoffe und von der Assimilationsfähigkeit derselben ab, inwiefern und wie lange das Leben besteht. Selbst die Eigenthümlichkeit der Fleischfresser kann vor jener Bedingung zurücktreten. Hunde erhalten sich Monate lang bei bloßer Fütterung mit Kartoffeln, obgleich diese bei 24,598 % (siehe S. 216) bis 27,8 % festen Rückstandes bloß 1,2 % des letzteren (Boussingault) [3]) und nur 0,295 % — 0,334 % der frischen Substanz Stickstoff führen. Dasselbe war bei der Nahrung mit Schwarzbrot, nicht aber mit Weißbrot der Fall. Eine scheinbare Ausnahme bildet das frische Fett. Während Hunde, welche nur Oel oder Butter erhalten, an Inanition zu Grunde gehen, können sie durch bloßes Ochsenfett ihr Leben längere Zeit fristen (Magendie). Allein der Grund hiervon liegt darin, daß die

---

[1]) Fr. Tiedemann und L. Gmelin die Verdauung. Bd. II. S. 184 u. ff. und Tiedemann Physiologie der Menschen. Bd. III. S. 111. 112.

[2]) Für eine erwachsene Frau von 55 Kilogr. Körpergewicht fand Schwann 21840 Kilogr. Siehe Nouveaux Mémoires de l'Academie Royale des sciences et Belles Lettres de Bruxelles. Tome XVI. 1843. 4. p. 52.

[3]) Annales de Chimie. Vol. LXXI. 1839. p. 120.

Fettmassen in Zellenwandungen eingeschlossen sind und daß zwischen diesen Zellgewebebündel verlaufen. Ein solches Thier empfängt daher schon eine Mischung stickstoffhaltiger und stickstoffloser Bestandtheile. Bei reiner Fettfütterung werden seine Muskeln immer mürber, während sich immer mehr Fett in seinem Zellgewebe ablagert und seine Ausdünstung einen ranzigen Fettgeruch annimmt. Das Gleiche sehen wir auch bei dem Menschen, wo nicht selten Fettleibigkeit und verhältnißmäßige Muskelschwäche verbunden vorkommen. Auch das Fleisch bildet in der Art, wie es unmittelbar genossen wird, eine Mischung von Proteinkörpern und Fett. Eben so ernährt der von seinen Kalksalzen befreite Knochenknorpel nur dann, wenn ihm viel Fett beigemengt ist (Magendie)[1].

Auf den ersten Blick scheint die bloße Oel- oder Fettnahrung nur deshalb ungenügend zu sein, weil sie des für die Ausscheidungen nothwendige Stickstoffes ermangelt, während sie die Fähigkeit hat, den Kohlenstoff der für die Perspiration nöthigen Kohlensäure zu liefern. Allein eine speciellere Berechnung lehrt, daß selbst dieses nicht der Fall ist. Halten wir uns z. B. an die §. 539 gegebene Ausgabentabelle, so haben wir als nothwendigen täglichen Verlust

	C.	H.	N.	O.
	289,583	5,142	13,239	719,756
Um den hierfür nöthigen Stickstoff zu decken, giebt der Körper in 83,107 Grm. Protein	45,157	5,917	13,239	18,795
Es bleiben mithin . . .	— 224,426	+ 0,775	—	— 700,961
Da nun nach jener Ausgabentabelle 261,6 Grm. Carbon verbrennen, so entspricht dieses 958,3 Kohlensäure. Dafür werden absorbirt 0,85163 × 958,3 Grm. Sauerstoff = ...				+ 816,117
	— 224,426	+ 0,775	—	+ 115,156
Um 224,426 Grm. Carbon durch Fett zu decken, gehören 309,4 Grm. des letzteren. Diese enthalten	224,426	35,321		29,653
	—	36,096	—	144,809

Um aber 36,096 Grm. Wasserstoff zu verbrennen, sind 289,240 Grm. Sauerstoff erforderlich. Es fehlen mithin 144,431 Grm. Oxygen, welche unmöglich durch Wasserzersetzung ergänzt werden können. Der Körper erhält daher in der bloßen Fettnahrung nicht einmal ein geeignetes Material, um seine Perspirationsausgaben hinreichend zu versorgen. Er muß noch ein Quantum Kohlenstoff aus seinen Organen durch irgend welche noch unbekannte Combinationen herbeischaffen und einen Theil des Fettes unelementaranalysirt lassen, so daß sich dieses in den Geweben ablagert und bei Gelegenheit durch die Haut zum Theil ausgeschieden schwach ranzig wird.

Für diejenigen stickstofflosen Nahrungsmittel, in welchen gerade doppelt so viele Wasserstoffe, als Sauerstoffatome enthalten sind, stellt sich die gleiche Berechnung auf umgekehrte Weise. Suchen wir z. B. den letzten Abrechnungswerth C — 224,426. H + 0,775 und O + 115,156 durch Zucker (= C. 44,99 H 6,41 und O. 48,60) zu decken, so fordert das Carbon 498,835 Grm. Zucker. Diese enthalten dann C. 224,426. H. 31,975 und O. 242,434. Es bleiben mithin 32,750 Grm. Wasserstoff zum Verbrennen übrig,

[1]) Annales des sciences naturelles Zoologie. 1841. Tome XVI. p. 87—89.

während 357,590 Grm. Oxygen disponibel sind. 32,75 Grm. Hydrogen fordern aber nur 262,033 Grm. Sauerstoff, also 95,557 Grm. weniger als vorhanden ist. Hieraus folgt dann, daß bei der Ernährung durch Stärkemehl keine freie Ablagerung von Zucker oder Milchsäure Statt finden kann — ein Schluß, den auch die Erfahrung vollkommen bestätigt. Geht wie bei der zuckerigen Harnruhr Zucker mit dem Urine davon, so muß es aus irgend einer Ursache an Sauerstoff fehlen, um denselben vollständig zu elementaranalysiren.

Aus diesen Berechnungen resultirt daher, daß ein Mensch, welcher entweder gar keine stickstoffhaltige Nahrung oder nur so viel Protein, als zur Deckung seiner Stickstoffausgaben nöthig ist, erhält, weder durch Fett noch durch Zucker, Amylon oder Gummi allein gut bestehen kann, daß er vielmehr in beiden Fällen Körpermasse hergeben muß, um den Perspirationsverlust zu decken. Ein Individuum aber, welches Fett und Amylon in der oben erwähnten Combination (= 3 : 8) empfängt, wird weniger abmagern als ein solches, welches nur Fett oder nur Amylon genießt, so daß wir auch hierin eine Erklärung der Thatsache finden, weshalb wir Amylonspeisen mit Fett zu versetzen suchen (§. 157).

Auch reine Proteinkörper, als Einnahmen gegeben, eignen sich nicht, 543
das Leben längere Zeit zu erhalten. Eine Gans von 8 Pfd. 1 ℥ Körpergewicht starb, indem sie täglich nur Eiweiß mit Quarzsand in hinreichender Menge erhielt, nach 46 Tagen und wog dann 4¼ Pfd. Ihr proportionaler integraler Verlust betrug also 0,44, d. h. so viel, als nach Chossat einfach verhungernde Vögel verlieren. Täglich verminderte sich das Körpergewicht im Durchschnitt um 1,24 ℥ (Tiedemann und Gmelin)[1]. Eben so sterben Hunde, wenn sie mit reinem Blutfaserstoff, diesem und Galle, ihm und Suppe, Leim, Chondrin ausschließlich gefüttert werden, früher oder später an Inanition. Nur Pflanzenkleber soll sie erhalten (Magendie)[2]. Es fragt sich jedoch, aus welcher Mischung von stickstoffhaltigen und stickstofflosen Substanzen dieses Gluten bestand, ob es nicht noch Amylon neben Proteinkörpern enthielt.

Der Grund dieser scheinbar paradoxen Thatsache liegt darin, daß zu wenig Kohlenstoff für die Perspiration bleibt und daß daher der Körper aus sich selbst den Verlust ergänzen muß. Da der Stickstoff, sofern er assimilirt wird, entweder selbst oder in einem entsprechenden gleichen Aequivalente ausschließlich bis größtentheils als Harnstoff und zum Theil als Harnsäure davongeht, so wird auf diesem Wege eine bedeutende Menge von Carbon, welches durch den Körper selbst ersetzt werden muß, fortgeführt. Gesetzt, ich entleerte 261,6 Grm. Kohlenstoff durch die Perspiration und meine 24stündigen mittleren Excremente enthielten C. 22,620 Grm., H. 3,440 Grm., N. 1,211 Grm. und O. 16,149 Grm., so wären noch 284,220 Grm. Carbon zu decken. Diese entsprächen $\frac{284,220 \times 100}{53,48}$ = 531,451 Grm. absolut trockenen Eiweißes. Nehmen wir an, ein Mensch könnte diese bedeutende Menge vollständig verdauen, so müßten die 83,597 Grm. Stickstoff als Harnstoff (oder auch zum Theil als Harnsäure) davongehen. 83,597 Grm. Nitrogen fordern $\frac{83,597 \times 100}{46,73}$ = 178,894 Grm. Urée. Wäre aber auch ein Mensch im Stande, diese übermäßige Harnstoffmenge in 24 Stunden abzuführen, so enthielten diese 35,815 Grm. Carbon, welche der Körper aus sich selbst für seinen weiteren Bedarf entnehmen müßte. Natürlicher Weise würde jede Vermehrung des genommenen Eiweißes nichts nützen, weil sich mit Erhöhung der Eiweißmenge auch die Quantität des abzuführenden Stickstoffes vergrößerte. Was als Harnsäure davongeht, vermehrt das Mißverhältniß des Kohlenstoffes noch mehr, weil jene auf 34,60 % Stickstoff 35,82 % Kohlenstoff, das Urée dagegen auf 46,73 % Nitrogen 20,02 % Carbon führt.

---

[1]) Fr. Tiedemann und L. Gmelin die Verdauung. Bd. II. S. 197. 198.

[2]) Annales des sciences naturelles. Zoologie. 1841. Tome XVI. p. 73—109.

Wenn dagegen dem Protein nur so viel Fett beigemischt ist, daß der Kohlenstoff des Harnstoffes und der analogen Ausscheidungsproducte gedeckt wird, so kann eine mehr oder minder vollständige Ernährung Statt finden. Hieraus erklärt sich, weshalb Fleisch allein, da es stets mehr oder minder Fett enthält, genügt, oder Fleisch mit sehr wenig Brot keine Inanitionserscheinungen nach sich zieht. Leider fehlen noch die nöthigen erfahrungsmäßigen Vordata, um diese durch die tägliche Beobachtung gegebenen Thatsachen mittelst specieller Rechnungen zu erläutern.

Diese Verhältnisse bestätigen zugleich, daß durch die Perspiration kein Stickstoff davongeht. Denn wäre dieses in erheblicherer Menge der Fall, so müßten reine Proteinkörper, in hinreichender Quantität verabreicht, ernähren können.

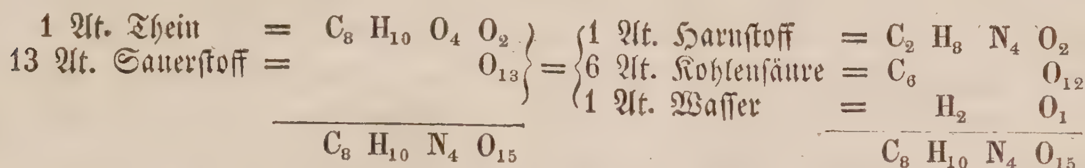
544 Endlich greift auch der Mangel der nöthigen Zufuhr der unorganischen Bestandtheile früher oder später in den Organismus ein. Am deutlichsten erhellt dieses aus einer Reihe vorläufiger Mittheilungen von Chossat[1]). Wurden Tauben mit sandlosem Getreide anhaltend gefüttert, so wurden sie anfangs fetter und tranken bedeutend stärker. Später aber stellte sich eine allmählig immer heftigere Diarrhö ein. Das Körpergewicht nahm ab, und die Thiere unterlagen ungefähr im siebenten bis achten Monate der Fütterung. In der letzten Zeit des Lebens erschienen die Knochen sehr dünn, so daß sie bei dem leichtesten Angriffe zerbrachen. Der Kamm des Brustbeines zeigte sich in einem Falle an einzelnen Stellen durchlöchert, und an diesen Stellen rein knorpelig. Verabreichte man aber neben dem Getreide kohlensauren Kalk, so fehlten sowohl der Durchfall als die Verdünnung der Knochen, indem so die nöthigen Ausgaben dieser Erde gedeckt waren. Diese Erscheinungen erinnern an die Diarrhöen, welche während der Ausbildung des Skelettes bei Säuglingen, bei rhachitischen Kindern eintreten und gegen welche ebenfalls kohlensaure Kalkpräparate mit Nutzen angewendet werden können. Auch rhachitische Kinder führen das 4 — 5fache der gewöhnlichen Kalkerdemengen durch ihren Harn ab (Marchand).

545 Außer den eigentlichen nahrungsfähigen Stoffen nehmen wir häufig Substanzen ein, welche mehr auf die Befriedigung von momentanen Reizen als auf Ernährungszwecke berechnet sind. Hierher gehören z. B. der Alkohol und die alkoholischen Getränke, der Kaffee, der Thee, verschiedene Aufgüsse, Decocte und einzelne Körper, welche wir als Würzen oder als Reize des Geschmacksorganes, wie z. B. das Kochsalz, den Zucker, das Oel, den Pfeffer, den Ingwer, andere Gewürze u. dgl. genießen. Die Schicksale, welche die meisten dieser Substanzen in unserem Organismus erleiden, sind uns noch unbekannt. Der Alkohol kann entweder zum Theil an freien Oberflächen, vorzüglich in den Lungen abdunsten oder in eine organische Säure übergehen oder zu Kohlensäure verbrannt werden. Das Thein und das ihm verwandte Caffein, von denen das erstere C. 49,77, H. 5,33, N. 28,78 und O. 16,12 führt und C_8 H_{10} N_4 O_2 zur Formel hat[2]), vermehrt nach seinem Genusse die Menge des

[1]) Archives du Muséum d'histoire naturelle publiées par les Professeurs administrateurs de cet établissement. Tome II. Paris. 1841. 4. p. 438—440.

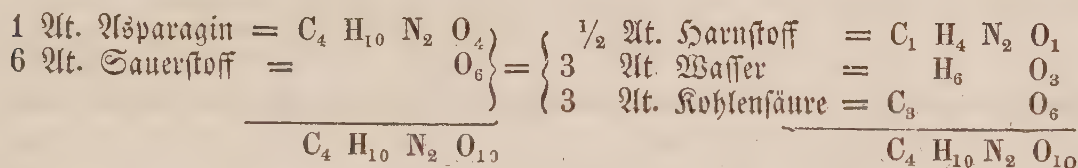
[2]) Nach der Berechnung des Atomgewichtes des Kohlenstoffes zu 75,00 giebt sie C. 49,323, H. 5,129, N. 29,107 u. O. 16,441.

ausgeschiedenen Harnstoffes. Dieser Uebergang des Thein oder Caffein in Harnstoff kann auf die einfachste Weise erfolgen, wenn zu 1 At. Thein 13 At. Sauerstoff hinzutreten. Denn



$$\left.\begin{array}{ll}\text{1 At. Thein} & = C_8\,H_{10}\,O_4\,O_2 \\ \text{13 At. Sauerstoff} & = \qquad\qquad O_{13} \\ \hline & \quad C_8\,H_{10}\,N_4\,O_{15}\end{array}\right\} = \left\{\begin{array}{ll}\text{1 At. Harnstoff} & = C_2\,H_8\,N_4\,O_2 \\ \text{6 At. Kohlensäure} & = C_6 \qquad\quad O_{12} \\ \text{1 At. Wasser} & = \quad H_2 \qquad O_1 \\ \hline & \quad C_8\,H_{10}\,N_4\,O_{15}\end{array}\right.$$

Aehnliche Beziehungen zeigen sich in Betreff des Asparagins, welches nicht bloß in dem Spargel, sondern auch in der Eibischwurzel und selbst in den Kartoffeln (wenigstens nach Vauquelin) existirt und nach Liebig C. 32,351, H. 6,844, N. 18,784 und O 42,021 enthält. Die angenommene Formel ist $C_4\,H_{10}\,N_2\,O_4$ [1]) oder $C_4\,H_8\,N_2\,O_3 + 1$ Aq. Zur Bildung des Harnstoffes bedarf es dann nur 6 At. Sauerstoff. Denn wir haben:



$$\left.\begin{array}{ll}\text{1 At. Asparagin} & = C_4\,H_{10}\,N_2\,O_4 \\ \text{6 At. Sauerstoff} & = \qquad\qquad O_6 \\ \hline & \quad C_4\,H_{10}\,N_2\,O_{10}\end{array}\right\} = \left\{\begin{array}{ll}\text{1/2 At. Harnstoff} & = C_1\,H_4\,N_2\,O_1 \\ \text{3 At. Wasser} & = \quad H_6 \qquad O_3 \\ \text{3 At. Kohlensäure} & = C_3 \qquad\quad O_6 \\ \hline & \quad C_4\,H_{10}\,N_2\,O_{10}\end{array}\right.$$

Enthält das Asparagin schon von vorn herein 1 At. Wasser, so werden, indem es in ½ At. Harnstoff übergeht, 2 At. Wasser und 3 At. Kohlensäure als Nebenproducte gebildet.

Außer den gewohnten Einnahmen, welche durch den Mund in unse- 546
ren Körper gelangen, sind noch solche ausnahmsweise durch Resorption an anderen Stellen möglich. Hieher gehören vor Allem die äußere Haut bei Bädern, der Mastdarm bei Klystieren und sämmtliche Körpertheile bei Verwundungen oder hinreichend starken Durchtränkungen. Daß in dem Bade eine Wasseraufnahme Statt finde, haben wir früher bei der Hautausdünstung gesehen. Eisen z. B., Salze u. dgl., welche in dem Badewasser aufgelöst sind, treten durch den Urin wieder hervor. Klystiere von Wasser, wässerigen Auflösungen und selbst von Galle (Liebig) können vollkommen durch Resorption verschwinden. Die Verhältnisse der Einsaugung verschiedener Substanzen von Wunden und inneren Organen aus haben wir schon §. 300 fgg. kennen gelernt.

Die Nothwendigkeit nährender Einnahmen ist um so dringender, je 547
stärker die Ausgaben oder je größer der Körperbedarf ausfällt. Aus diesem Grunde muß ein Mensch, der stark wächst, der viel arbeitet oder ausleert (wie z. B. ein Harnruhrkranker), der einer größeren Kälte ausgesetzt ist, auch mehr essen. Am stärksten aber meldet sich diese Nothwendigkeit bei Kindern und jungen Geschöpfen, bei welchen, wie wir früher gesehen haben (§. 434), die Perspiration proportionell mehr fortführt und wahrscheinlich auch die sensiblen Ausleerungen in relativ reichlicherer Menge erfolgen, während nichts desto weniger die Körpermasse zunehmen soll.

---

[1]) Der Berechnung nach giebt C. 31,934, H. 6,642, N. 18,845 u. O. 42,579.

Aus diesem Grunde halten Wesen der Art sowohl eine vollständige Entziehung der combinirten Einnahmen als eine unvollkommene Nahrungsweise weit weniger als ältere Individuen aus. Bei completem Mangel von Speise und Trank z. B. starben junge Turteltauben durchschnittlich nach 3,07, solche von mittlerem Alter nach 6,12 und erwachsene nach 13,36 Tagen (Chossat). Viertägige Hunde unterlagen schon nach zwei Tage anhaltenden Hungerns, während 6 Jahre alte Thiere der Art unter gleichen Verhältnissen noch am 30sten Tage lebten (Magendie). Mit diesen Verhältnissen stimmt alsdann, daß der absolute und proportionale integrale Verlust mit dem Alter steigt, das proportionelle tägliche Deficit dagegen sinkt. Hierfür spricht nämlich folgende von Chossat gegebene Tabelle, welche verhungernde Turteltauben betrifft.

Turteltauben.	Körpergewicht in Grammen.		Verlust des Körpergewichtes in Grammen.		
	Am Anfange.	Am Ende des Lebens.	Absoluter integraler Verlust.	Proportioneller integraler Verlust.	Proportioneller täglicher Verlust.
Junge	110,42	82,84	27,58	0,250	0,081
Mittl. Alters	143,62	91,60	52,02	0,360	0,058
Erwachsene .	189,36	101,61	87,75	0,463	0,035

In sehr hohem Alter wird die Menge der Einnahmen und selbst in gewisser Beziehung die absolute Nothwendigkeit derselben abnehmen.

548 Mit dem Namen der Gifte bezeichnen wir diejenigen Einnahmen, deren Assimilation dem Körper früher oder später schädlich wird. Hieraus ergiebt sich aber von selbst, daß dieser Charakter nur relativ ist, weil als der eine Faktor der einwirkende Körper, als der andere dagegen der Organismus selbst, gegen welchen der Effect gerichtet ist, in Betracht kommt. Daher beschränkt sich auch die Giftlehre oder die Toxicologie vorzüglich auf die Betrachtung derjenigen Substanzen, welche für die meisten Organismen giftig sind.

Nur bedingter Maaßen können diejenigen Körper, welche bloß den mechanischen Zusammenhang stören und nachfolgende Entzündung und Eiterung erregen, zu den Giften gerechnet werden. Die Schwefelsäure, die Phosphorsäure, die Salzsäure, die Flußsäure, die Kleesäure, die Ameisensäure, die Alkalien, viele Metallsalze u. dgl., welche in unverdünntem Zustande durch Aetzung zerstören, wirken ursprünglich analog dem verletzenden Eisen oder einer den zarteren Organismus mit Gewalt treffenden Körpermasse überhaupt. Nur die Möglichkeit, bei ihrer späteren Resorption schädliche fernere Effecte zu bedingen, stempelt sie zu wahren Giften. Obgleich uns aber noch die Detailswirkungen letzterer Art meistentheils unbekannt sind, so läßt sich doch annehmen, daß ihre Thätigkeit durch einen chemischen abnormen Einfluß auf die Stoffmetamorphose des Organismus mehr oder minder bedingt werde.

Wie relativ die Wirkungen der Gifte seien, zeigt die Thatsache, daß manche Thiere auffallend große Dosen von solchen Substanzen vertragen [1]), obgleich wenigstens viele

---

[1]) Beispiele hierfür s. bei Tiedemann Physiologie. Bd. III. S. 87. Hertwig in I. F. Sobernheim u. F. Simon Handbuch der praktischen Toxicologie. Berlin.

der bisherigen Erfahrungen keine ganz genaue Controlle der Löslichkeit des Giftes erlauben. Pferde z. B. empfangen nicht selten 2—3 Drachmen Arsenik ohne sichtlichen Nachtheil, während ein Mensch leicht durch 4—5 Gran afficirt wird.

Zuvörderst bereitet unser Körperorganismus selbst ein sehr heftiges Gift, nämlich die Kohlensäure, welche zum größten Theile bis gänzlich durch unsere Lungen- und Hautausdünstung entfernt und auf diese Weise unschädlich gemacht wird. Der Factor, welcher diesen Austritt des giftartigen Gases bedingt, ist der Sauerstoff der Luft, welcher nach den Gesetzen der Diffusion die Kohlensäure austreibt. Daher auch er, abgesehen von seinen directen Wirkungen, den wesentlichsten Lebenserhalter abgiebt, indem durch ihn alle Verbrennungen sowohl als die Entfernung des schädlichen Verbrennungsproductes eingeleitet werden. Wird dagegen in der eingeathmeten Atmosphäre noch eine irgend erhebliche Menge von Kohlensäure geboten, so treten aus Gründen, die wir schon früher kennen gelernt (§. 58), die Vergiftungssymptome nur um so bedeutender ein. Der Mensch schafft sich daher in einem eingeschlossenen Raume die Hindernisse seiner eigenen Lebensexistenz [1]), und diese erscheinen auch früher oder später von selbst, sobald durch Fehler im Herzen oder den großen Gefäßen die normale Scheidung des Lungen- und Körperkreislaufes aufgehoben ist. Bei dem bedeutenden Absorptionsvermögen der Kohlensäure erklärt es sich ferner, weshalb schon eine an diesem Gase reichere Atmosphäre, wenn sie nur auf die Haut einwirkt, während durch die Lungen gesunde Luft eingeathmet wird, nachtheilige Erfolge bedingt (Collard de Martigny).

Auch die anderen Verbindungen des Kohlenstoffes, wie z. B. das Kohlenwasserstoff- und das Kohlenoxydgas zeichnen sich durch ihre in hohem Grade deleteren Effecte aus. Während ein Hund in einer Atmosphäre, welche 30 % Kohlensäure enthält, noch nicht augenblicklich stirbt, ist dieses der Fall, sobald nur 1 % Kohlenoxydgas vorhanden ist (Leblanc) [2]). Diese schädlichen Wirkungen der genannten Kohlenverbindungen erklären sich zwar im Allgemeinen daraus, daß die Arterialisation des Blutes verhindert ist, bedürfen aber noch genauerer Studien, um in ihren Details hinreichend ersichtlich zu werden.

Was die übrigen Gasarten betrifft, so muß jede derselben, sobald sie in reinem Zustande eingeführt wird, das Diffusionsverhältniß ändern. Denn gesetzt, es befindet sich ein Individuum in einer reinen Stickstoffatmosphäre, so fehlt der einzunehmende Sauerstoff. In reinem Sauerstoffgase aber wird sich das Oxygen, wie sich wenigstens theoretisch vermuthen läßt, nicht bloß mit der Kohlensäure, sondern auch mit dem Stickstoffe des Blutes diffundiren. Bei allen Gasen müssen drei verschiedene Momente die Bestimmungsgründe dieser Veränderung darstellen. 1) Die Dichtigkeit, von welcher die Diffusionsgröße abhängt. 2) Das Absorptionsvermögen, welches das Blut für eine gewisse Luftart hat und 3) der Grad der chemischen Anziehung, welche zwischen den Bestandtheilen des Blutes und dem Gase Statt findet und welcher andere direct schädliche Folgen bedingen kann. Da leider bis jetzt die toxicologischen Versuche nicht unter diesen Gesichtspunkten gemacht worden, so sind wir nur darauf angewiesen, theoretische Folgerungen aufzustellen. Nehmen wir z. B. an, in der eingeathmeten Luft befinde sich eine größere Menge reinen Wasserstoffgases. Da die Dichtigkeit desselben nach den älteren Werthen von Berzelius und Dulong 0,0688, die der Kohlensäure 1,5245 ist, so haben wir für den Diffusionswerth $k : w = \sqrt{0,0688} : \sqrt{1,5245} = 0,2623 : 1,2347 = 1 : 4,70727$, d. h. nach dem Grahamschen Gesetze müßten für 1 Theil Kohlensäure beinahe 5 Theile Wasserstoffgas aufgenommen werden. Es wird mithin entweder die Ausscheidung der Kohlensäure gehemmt, oder eine bedeutende Menge einer fremdartigen Gasart in das Blut eingeführt. Schon hieraus erklärt sich, weshalb selbst ein ½ Minute langes Einathmen dieses Gases bedeutende Beschwerden verursacht (Davy) [3]).

1838. 8. S. 169 u. 189. Danger u. Flandin in den Comptes rendus de l'Académie des sciences. 1843. Tome. XVI. p. 53 u. 498.

[1]) Siehe Leblanc in den Annales de Chimie. Troisième Serie. Vol. VI. p. 323 — 268. S. oben §.

[2]) a. a. O. S. 246. 47.

[3]) H. Davy chemische und physiologische Untersuchungen über das oxydirte Stickgas u. das Athmen desselben. Lemgo. 1814. 8. S. 70.

Der Einfluß des Absorptionsvermögens wurde schon früher dargestellt (§. 58). Was die chemische Anziehung betrifft, so hat man z. B. in dem Schwefelwasserstoffgase, dem Cyan und der Blausäure, einen Hauptbeleg hierfür gesucht (Liebig)[1]), indem die Anziehung zu dem Eisen der Blutkörperchen diesen die Fähigkeit nehme, Sauerstoff zu absorbiren. Gegen Schwefelwasserstoffgas ist Chlor, gegen Blausäure nach den von Einigen gemachten, jedoch von Anderen nicht bestätigten Angaben Ammoniak ein Gegengift. Da nun das Chlor die Schwefelmetalle theils bei gewöhnlicher, theils bei höherer Temperatur zersetzt, so spricht wenigstens jenes erstere Antidot eher für als gegen jene Hypothese.

Unter den unorganischen Stoffen zeichnen sich einzelne einfache Körper und vorzüglich eine große Reihe der Metalle durch ihre giftigen Eigenschaften aus. Auch hier fehlt aber noch der genauere Schlüssel zur Einsicht in die Detailswirkungen derselben, so daß sich von physiologischer Seite keine sicheren Angaben machen lassen. Der Phosphor scheint durch seine außerordentliche Geneigtheit zur Oxydation, für welche er im Magen hinreichende Gelegenheit findet, jene besondere giftige Eigenschaft zu erreichen, so daß schon ¼ Gran heftige Beschwerden (Sundelin) und 6 Gran in 3 Tagen genommen, den Tod des Experimentators verursachten (Döffenbach). Hingegen mangelt uns noch jede Einsicht in die ursächlichen Verhältnisse der Wirkungen das Jod auf den Organismus überhaupt und die Genitalien und die Brüste insbesondere. Das überschüssige Jod wird durch den Harn (als Jodwasserstoffsäure), den Schweiß, den Speichel u. dgl. wieder abgeführt.

Als die Grundursache, weshalb viele Metalle in äußerst kleinen Gaben giftig wirken, wurde der Umstand hervorgehoben, daß sie sich sehr leicht mit den Proteinkörpern verbinden und daß bei den großen Atomgewichten der letzteren geringe Quantitäten des Metalles zur vollständigen Vereinigung hinreichen (J. Liebig)[2]). Stellen wir zuvörderst eine genauere Berechnung beispielsweise an. Gesetzt, das Atomgewicht des Eiweißes = 7447 sei richtig — eine Sache, die wohl noch mehr als problematisch genannt werden muß — so werden sich, da das Aequivalent der arsenigen Säure z. B. 620,042 ist, 100 Theile Albumin mit 8,326 Theilen arseniger Säure verbinden. Im Blute haben wir durchschnittlich 6,7 % Eiweiß. Folglich werden 8,326 Grm. arseniger Säure in dieser Beziehung 1492,5 Grm. Blut entsprechen, d. h. eine Menge von arseniger Säure, welche mehr als hinreichend ist, einen Menschen zu vergiften, wird kaum mit dem Eiweiße des zehnten Theiles der Blutmasse eines Erwachsenen eine gesättigte Verbindung eingehen können. Folglich muß dieses Gift schon in weit kleineren Verhältnissen seine tödtlichen Eigenschaften erzeugen, und jenes Moment kann wenigstens nicht als ursächliches in Betracht kommen. Ueberdies ließ sich auch dann noch erwarten, daß z. B. das Eisen mindestens eben so giftig als der Arsenik sei, da sein sicher festgestelltes Atomgewicht kleiner und seine Anziehung zum Eiweiße sehr groß ist. Anderseits unterliegt es aber keinem Zweifel, daß sich die Metalle in geeigneten Zuständen mit den Körpersubstanzen verbinden und hier dieselben Erscheinungen wie in unseren Reagenzgläsern erzeugen. In rein metallischem Zustande weniger zugänglich beginnen solche Metamorphosen, sobald die nöthigen Vorbereitungen durch Oxydation oder andere Veränderungen getroffen worden. Das metallische Quecksilber, welches man als sehr zweideutiges Mittel z. B. bei Volvulus empfahl, geht in glücklichen Fällen zu einem großen Theile durch den After wieder ab. Was sich oxydirt, gelangt in den Körper und erzeugt leicht Diarrhö, Speichelfluß u. dgl. mehr. Das salpetersaure Silberoxyd, welches wir z. B. innerlich gegen Epilepsie anwenden, verbindet sich mit dem Kochsalze oder anderen Chlorverbindungen des Organismus. Der Eiweißhornsilberniederschlag schwärzt sich an den freien Oberflächen, wo er dem Lichte ausgesetzt wird, und der Mensch erhält eine dunkele Hautfarbe. Diese erscheint in der Regel olivengrün, nach der Anwendung von Collyrien am Auge dagegen an den entsprechenden Stellen braunschwarz. Als Gegenmittel wurde Jodkalium anempfohlen (Guérard). Da die Schwefelsäure Bleiverbindungen auf empfindliche Weise niederschlägt, so bildet auch der Genuß von Schwefelsäure-Limonade (Zucker-

---

[1]) J. Liebig die organische Chemie in ihrer Anwendung auf Physiologie und Pathologie. Zweite Auflage. 1843. 8. S. 249.

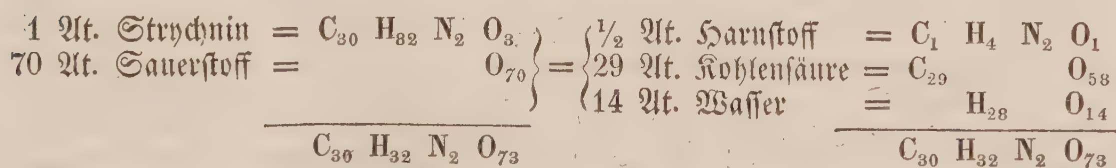
[2]) J. Liebig die organische Chemie in ihrer Anwendung auf Agricultur und Physiologie. Fünfte Auflage. Braunschweig. 1843. 8. S. 464.

wasser mit Schwefelsäure) ein gutes Präservativ für Arbeiter in Bleiweißfabriken [1]). Auf ähnlichen Verhältnissen beruht die Anwendung des Schwefels gegen allmälige Metallvergiftungen.

Nicht minder unwissend sind wir in Betreff der ursächlichen Verhältnisse der Wirkung der organischen Gifte. Wenn sich auch alle Narcotica durch einen eigenthümlichen Gehalt von Stickstoff [2]) auszeichnen, so giebt dieses noch nicht den geringsten klaren Fingerzeig zur Einsicht in ihre Effecte. Denn abgesehen von unserer Urkenntniß der wahren chemischen Beschaffenheit der centralen Nervenmasse (§. 122), ist jede specielle Vorstellung, die wir uns über diesen Punkt machen wollen, durch unsere Kenntnisse noch nicht gerechtfertigt. Selbst jeder Versuch, genauere chemische Gesichtspunkte aufzufinden, scheitert gänzlich. Allerdings enthalten manche als giftig bekannte Alkaloide mehr oder minder verwandte Stickstoffmengen. So z. B. führt das Morphin (wenn sich anders die Angaben von Lindenbergson über die unschädlichen Eigenschaften desselben nicht bestätigen) 4,995 % (Liebig), das Strychnin 5,81 % (Liebig), das Brucin 5,07 % (Liebig), das Emetin 4,30 % (Pelletier u. Dumas), das Veratrin 5,43 % (Couerbe) Stickstoff. Allein einerseits zeigt das Pikrotoxin nur 1,30 % (Francis), das so furchtbar giftige Coniin dagegen 12,805 % (Liebig). Wir haben also, wenn wir uns nur an zwei der furchtbarsten Alkaloide, das Strychnin und das Coniin halten, eine Stickstoffgrenze von 5,81 bis 12,81 %, während das viel unschuldigere Chinin 8,11 %, das Cinchonin 8,87 % (Liebig) und das Aricin 8 % (Pelletier) Nitrogen führt. Ja das nach Magendie nicht giftige Pseudomorphin enthält 4,08 % Stickstoff (Pelletier). Pflanzenstoffe, die freilich keine Alkalien sind, können ganz ähnliche Nitrogenquantitäten führen, wie die genannten giftigsten. Das Berberin hat z. B. 4,03 % (Berzelius), der Indigo 10,8 % (Dumas) u. dgl. mehr.

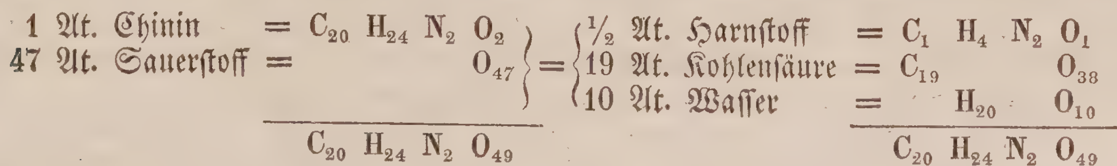
Auch ein anderer Ausweg, um zu einer Erklärung zu gelangen, entbehrt eines wahrheitlichen Grundes. Wir haben oben gesehen, daß sich durch einfachen Zutritt von wenigen Sauerstoffatomen aus Thein, Caffein und Asparagin Harnstoff, Kohlensäure und Wasser bilden können und daß sich auf diese Weise die Harnstoffmenge nach dem Genusse der genannten Alkaloide oder der Getränke, welche dieselbe enthalten, vergrößert. Es ist auch bekannt, daß solche Getränke auf die Diurese wirken, und daß sie in dieser Hinsicht die Berücksichtigung des Arztes verdienen. Nun ließe sich vorstellen, daß alle Pflanzenalkaloide an und für sich giftig sind. Diejenigen von ihnen, welche wenig Sauerstoff fordern, um sogleich in Harnstoff, Kohlensäure und Wasser überzugehen, werden auch hierdurch sogleich unschädlich gemacht. Wo dieses aber nicht der Fall ist, treten die nachtheiligen Effecte ungehindert hervor. Das Thein z. B. hat zur Formel $C_8\ H_{10}\ N_4\ O_4$, mit 13 At. Sauerstoff können daher 1 At. Harnstoff, 6 At. Kohlensäure und 1 At. Wasser gebildet werden.

Dagegen ergiebt sich z. B.:



$$\left.\begin{array}{ll}1\ \text{At. Strychnin} & = C_{30}\ H_{32}\ N_2\ O_3 \\ 70\ \text{At. Sauerstoff} & = \qquad\qquad\quad O_{70} \\ \hline & C_{30}\ H_{32}\ N_2\ O_{73}\end{array}\right\} = \left\{\begin{array}{ll}\tfrac{1}{2}\ \text{At. Harnstoff} & = C_1\ H_4\ N_2\ O_1 \\ 29\ \text{At. Kohlensäure} & = C_{29}\qquad\quad O_{58} \\ 14\ \text{At. Wasser} & = \quad H_{28}\qquad O_{14} \\ \hline & C_{30}\ H_{32}\ N_2\ O_{73}\end{array}\right.$$

Gegen diese Anschauung spricht aber, daß sich bei dem Chinin, dem Pseudomorphin analoge Verhältnisse herausstellen, ohne daß gleiche giftige Erscheinungen auftreten. Denn



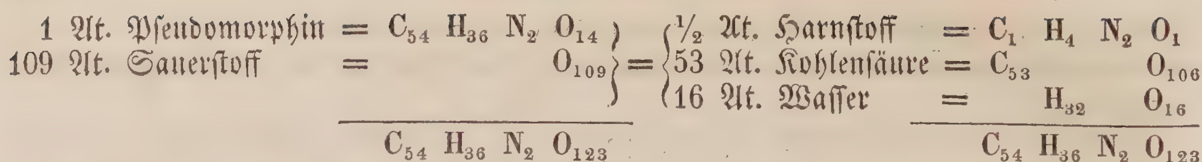
$$\left.\begin{array}{ll}1\ \text{At. Chinin} & = C_{20}\ H_{24}\ N_2\ O_2 \\ 47\ \text{At. Sauerstoff} & = \qquad\qquad\quad O_{47} \\ \hline & C_{20}\ H_{24}\ N_2\ O_{49}\end{array}\right\} = \left\{\begin{array}{ll}\tfrac{1}{2}\ \text{At. Harnstoff} & = C_1\ H_4\ N_2\ O_1 \\ 19\ \text{At. Kohlensäure} & = C_{19}\qquad\quad O_{38} \\ 10\ \text{At. Wasser} & = \quad H_{20}\qquad O_{10} \\ \hline & C_{20}\ H_{24}\ N_2\ O_{49}\end{array}\right.$$

und

---

1) Liebig a. a. O. S. 467.

2) J. Liebig die Anwendung der organischen Chemie auf Physiologie und Pathologie. Zweite Auflage. S. 166.



$$\left.\begin{array}{lll} 1 \text{ At. Pseudomorphin} & = & C_{54}\,H_{36}\,N_2\,O_{14} \\ 109 \text{ At. Sauerstoff} & = & O_{109} \\ \hline & & C_{54}\,H_{36}\,N_2\,O_{123} \end{array}\right\} = \left\{\begin{array}{lll} \tfrac{1}{2} \text{ At. Harnstoff} & = & C_1\,H_4\,N_2\,O_1 \\ 53 \text{ At. Kohlensäure} & = & C_{53}\,O_{106} \\ 16 \text{ At. Wasser} & = & H_{32}\,O_{16} \\ \hline & & C_{54}\,H_{36}\,N_2\,O_{123} \end{array}\right.$$

Folglich erläutern diese Verhältnisse die giftigen Eigenschaften noch nicht. Höchstens erklären sie, weshalb das Chinin als solches im Harne wiederkehrt, das Thein, Caffein und Asparagin dagegen in der Regel als Harnstoff erscheint.

Eine andere Reihe von Giften zeichnet sich dadurch aus, daß sie in Zersetzung begriffene organische Substanzen darstellen. Schon faules Fleisch wirkt leicht schädlich. In höherem Grade ist dieses mit altem Käse, in Zersetzung begriffenen Würsten, mit Eiter, Jauche und ähnlichen Mischungen, welche in den Körper und besonders in das Blut gelangen, der Fall. Für die Erklärung der Wirkungsweise dieser Substanzen hat man die über die Contactwirkungen aufgestellte Theorie, daß ein in Zersetzung begriffener Körper andere benachbarte Substanzen in Umsetzungszustände überführe, zu Hilfe gezogen [1]). Allein einerseits giebt eine solche Vorstellung noch keine irgend genügenden Detailsbegriffe und anderseits spricht auch nicht immer die Erfahrung zu ihren Gunsten. Wenn nämlich die Wirkungsart der genannten Gifte auf einem mitgetheilten Zersetzungsprocesse beruhte, so ließe sich erwarten, daß in Folge derselben auch immer Entmischungen der Säfte, wie bei manchen bald zu erwähnenden ansteckenden Krankheiten, bei Einspritzungen von Eiter in's Blut u. dgl. eintreten werden. Gerade das Käsegift z. B. wirkt aber mehr als eine scharfe Substanz, und bei dem Wurstgifte fehlen nicht nur alle skorbutischen Symptome, sondern die sämmtlichen Absonderungen mit Ausnahme der des Harnes stocken zuletzt gänzlich. Es ist vielmehr wahrscheinlicher, daß sich hier ein direct schädlicher organischer Stoff, den wir freilich bis jetzt noch nicht kennen, entwickelt.

An die Wirkungsweise dieser Körper schließen sich die Folgen der Ansteckungen von Krankheiten. Wie bei den Giften, so entgeht uns auch noch die Ursache der meisten Contagien und Miasmen gänzlich. So notorisch es ist, daß die Absonderungsproducte einzelner Kranken, sobald sie in das Blut eines anderen Individuums gelangen, dieselbe Krankheit bedingen, so wenig läßt sich bis jetzt chemisch nachweisen, worauf die Infection beruhe. Denn selbst jene oben erwähnte Mittheilungstheorie nach Analogie der Gährung giebt noch keine specialisirte Anschauung und läßt nicht einsehen, weshalb nicht z. B. die Skropheln eben so ansteckend sein sollten wie die Syphilis. Das Grundprincip jener Anschauung kann richtig sein. Allein nach dem gegenwärtigen Stande des Wissens vermögen wir es höchstens als eine nicht unwahrscheinliche Hypothese allgemeinster Natur zu betrachten. Einzelne dieser ansteckenden Leiden, welche, wie die Muscardine der Seidenwürmer, manche Hautausschläge des Menschen und der Thiere, auf der Anhäufung von Schimmelbildungen beruhen, pflanzen sich dadurch fort, daß die Sporen einen geeigneten Mutterboden finden, auswachsen und sich vermehren (§. 127). Allein es wäre eine offenbare Einseitigkeit, diese Verhältnisse oder selbst die Fäulnißtheorie allen contagiösen Erscheinungen zum Grunde zu legen [2]).

Was die Miasmen oder diejenige Beschaffenheit der Luft, durch welche an einem Orte eine größere Reihe von Individuen von einem gewissen Leiden ergriffen wird, betrifft, so wissen wir nur so viel, daß eine zu geringe Menge von Sauerstoff oder eine zu große Quantität von Kohlensäure der Atmosphäre noch kein Miasma bildet. Ob eine bloße anhaltende Sättigung derselben mit Wasserdämpfen hierher gehörende Erscheinungen bedinge, bleibt ebenfalls noch sehr problematisch. Dagegen deuten alle Verhältnisse darauf hin, daß organische Stoffe, welche wahrscheinlich in Dunstform und zwar selbst in sehr geringen Mengen in der Luft enthalten sind, miasmatische Einflüsse besitzen. Alle Versuche aber, dieselben chemisch nachzuweisen, mißglückten bis jetzt gänzlich.

Indem die specielle Wirkungsweise einzelner Gifte auf das Nervensystem in der Nervenlehre abgehandelt werden wird, müssen wir nur noch die Grundverhältnisse zum Blut betrachten. Jedes Gift nämlich erzeugt nur dann allgemeinere Folgen, wenn es dem

---

[1]) J. Liebig die organische Chemie in ihrer Anwendung auf Agricultur und Physiologie. Fünfte Auflage. S. 469.

[2]) Vergl. J. Henle pathologische Untersuchungen. Berlin. 1840. 8. S. 1—83.

Blute einverleibt, durch die Circulation weiter verbreitet und den edleren Organen des Körpers, wie dem Herzen, dem centralen Nervensysteme, mitgetheilt wird. Hieraus folgt von selbst, daß eine giftige Substanz ihre Wirksamkeit verlieren wird, sobald sie in einer durch das Blut nicht aufnahmsfähigen Form existirt. Bildet die Verbindung mit einem Gifte einen festen durch das Blut nicht lösbaren Körper, so wird dieser auch, so lange er existirt, unschädlich bleiben. Auf diese Art sind z. B. Eiweiß oder Waizenkleber Gegengifte gegen Sublimat (und salpetersaures Quecksilberoxydul), das Eisenoxydhydrat gegen arsenige Säure (mit welcher sich arsenigsaures Eisenoxyd niederschlägt), die pektinsauren Salze solche gegen Kupfer (Braconnot), das schwefelsaure Natron oder die schwefelsaure Bittererde gegen Bleisalze, gerbestoffige Substanzen wie China, Galläpfel, Eichenrinde solche gegen Spießglanz oder Zink, Milch gegen Zinnchlorür, Pflanzensäuren oder Oele gegen Alkalien oder alkalische Erden u. dgl. mehr. Umgekehrt werden Gifte, die flüssig oder luftförmig sind, nur um so schneller wirken. Daher jedes feste Gift, abgesehen von der Eigenthümlichkeit seiner ursprünglichen Erfolge um so rascher eingreift, je leichter es sich in dem Magen auflöst und gasförmige hierher gehörende Substanzen, wie Arsenikwasserstoff, Schwefelwasserstoff, Cyangas so furchtbare Effecte bedingen. Hieraus folgt auch von selbst, weshalb die endermatische Anwendung eines Giftes bei unverletzter Oberhaut unschädlicher als bei verletzter erscheint und die Application in Wunden oder in den Magen schwächer wirkt als die unmittelbare Einspritzung in's Blut.

Sehr eigenthümlich dagegen bleibt die Thatsache, daß der Arsenik in manchen organischen Verbindungen, selbst wenn diese aufgelöst sind, seine giftigen Eigenschaften verliert. Hierher gehören nach Bunsen und Kürschner die Kakodylsäure ($= C_4\ H_{12}\ A_{52}\ O_4 + H_2\ O_1$) und das schwefelsaure Kakoplatyloxyd ($= (C_4 H_{12}\ A_6\ O + Pt._1\ O_1 + (H_2\ O_1)\ S_1\ O_3$), welche beiden sich sehr leicht im Wasser lösen. Ein Kaninchen, welchem Kakodylsäure in viel Wasser gelöst in die Lungen eingespritzt worden, lebte 7 Tage ohne Krankheitszeichen und starb am zehnten Tage an Lungenentzündung. Ein anderes vertrug 7 Gran im Magen ohne Wirkung. Die Einspritzung von 7 Gran in die Jugularvene eines dritten blieb ohne Erfolg (Kürschner)[1]. Die wahrscheinlichste vorläufige Erklärung dieser Thatsache dürfte die sein, daß der Arsenik zu den organischen Stoffen der Kakodylsäure eine größere Anziehung als zu denen der thierischen Körperorgane besitzt.

Da das Blut das Centrum der Ernährungserscheinungen darstellt, so 549
muß es sich einerseits alle Einnahmen, sofern sie assimilirt werden, aneignen und anderseits die sämmtlichen Ausgaben aus sich entlassen. Wir haben schon früher gesehen, welche Substanzen unmittelbar in das Blut und welche durch Vermittelung des Chylus und der Lymphe in dasselbe übergehen (§. 279 fgg.), und wie die Absonderungen aus ihm hervortreten. Es bleibt daher hier nur noch übrig, seine wandelbare Beschaffenheit überhaupt und seine Beziehungen zu den fixeren Gewebtheilen des Körpers zu betrachten.

Zuvörderst unterliegt es keinem Zweifel, daß die Blutmasse in einem 550
fortwährenden Umsatze begriffen ist. Da sie durch die Nahrungsmittel immer neue Stoffe empfängt, so muß sie, um in seiner Gesammtmasse wenigstens annähernd constant zu bleiben, durch ihre Ausgaben für die Perspiration, die Absonderungen und die Durchtränkung und Ernährung der Gewebe ungefähr eben so viel als sie empfängt wiederum verlieren. Daß auch die Blutkörperchen ähnliche Erneuerungen und Wiederauflösungen, die wir jedoch noch nicht genau kennen, darbieten, haben wir früher bemerkt.

Eine einfache Rechnung lehrt uns, daß der vollständige Umsatz des 551
Blutes selbst im günstigsten Falle eine Reihe von Tagen nöthig haben

---

[1]) R. Wagner's Handwörterbuch der Physiologie. Braunschweig. 1842. 8. Bd. I. S. 39.

muß. Nehmen wir an, daß das menschliche Blut durchschnittlich 0,283% Faserstoff und 6,7255 Grm. Eiweiß führt, so werden die 12372 Grm. meiner berechneten Blutmasse, abgesehen von anderen verwandten Substanzen, 35,013 Grm. Fibrin und 832,079 Albumin, also 867,092 Grm. Proteinkörper enthalten. Wenn ich nun in 24 Stunden selbst 100 Grm. Proteinsubstanzen in den Körper einführte, so könnten diese im günstigsten Falle selbst erst in 8 bis 9 Tagen die Gesammtsumme des Faserstoffes und des Eiweißes meines Blutes erneuern. Durch die Coexistenz der Blutkörperchen und anderer Proteinsubstanzen der Blutflüssigkeit aber wird natürlicher Weise dieser Termin noch weiter hinausgeschoben. Was die Salze betrifft, so haben wir schon früher (§. 540) gesehen, daß meine Blutmasse ungefähr 9,898 Grm. Knochenerde enthält, daß ich aber täglich nur 0,935 Grm. durch Stuhl und Urin durchschnittlich entferne. Auch hier haben wir also einen ungefähr 10tägigen Termin, welcher unter den günstigsten Verhältnissen zu einem vollkommenen Turnus nothwendig wäre. Nehmen wir an, daß das frische Blut 0,959% Asche enthält, so giebt dieses für 12372 Grm. 118,647 Grm. Asche. ½ Pfd. Rindfleisch (à 76% Wasser und 4,42% Asche) führt 2,652 Grm., 1 Pfd. Brot (à 44% Wasser und 3,25% Asche des trocknen Rückstandes) 9,100 Grm.; wir haben mithin im Ganzen 11,752 Grm. Asche. Mithin ergäbe dieses, wenn wir von den speciellen in der Asche enthaltenen Salzen absehen, einen Cyclus von ungefähr 10 Tagen. Durch hinzugefügte andere Nahrung oder durch eine größere Quantität von pflanzlichen Speisen kann dann diese Zahl noch leicht auf weniger reducirt werden. Läßt sich aber hieraus entnehmen, daß, wenn sogar die sämmtlichen organischen und unorganischen Stoffe der Nahrungsmittel zu Blut werden und die älteren Bestandtheile von diesem die durch die sensibeln Ausleerungen und die Perspiration nöthigen Ausgaben decken, eine Totalerneuerung der Blutmasse selbst im besten Falle erst in 1—1½ Wochen Statt finden könnte, so bietet das Wasser günstigere Verhältnisse dar. Enthält mein Blut durchschnittlich 78,287% Wasser, so giebt dieses für 12372 Grm. Blut 9685,668 Grm. Nun empfange ich durch Speise und Trank täglich ungefähr 2000 bis 2500 Grm. Wasser. Wir haben mithin hier nur einen 4- bis 5tägigen Cyclus. Hieraus folgt aber von selbst, daß durch das Regime der gewöhnlichen Nahrungsmittel das Wasser des Blutes leichtere Veränderungen als die dichten Bestandtheile desselben zu erleiden im Stande ist.

Dieses Verhältniß erklärt uns z. B., weshalb das Blut nach sehr reichlichen, rasch auf einander folgenden Aderlässen wässeriger wird, und Leute, welche so bedeutende Blutentziehungen ausgehalten haben, ein kachektisches Aussehen so lange darbieten, als nicht der Verlust von festen Substanzen allmälig ersetzt ist.

552 Bei seinem Kreislaufe befindet sich das Blut in den Athmungscapillaren der Lungen in anderen Verhältnissen als in den feinsten Blutgefäßnetzen der Körperorgane. In den ersteren vermag es nur seine Kohlensäure mit den entsprechenden Mengen des Sauerstoffes der eingeathmeten Atmosphäre zu diffundiren und die letztere, indem sie auf 37°,5 C. erwärmt wird, für diesen höheren Temperaturgrad mit Wasserdampf zu sättigen. Von orga-

nischen Stoffen können bloß diejenigen davongehen, welche bei jener Temperatur flüchtig sind oder etwa mechanisch mit dem Ausathmungsstrome fortgerissen zu werden vermögen. Aehnliche Verhältnisse treten zum Theil bei der Ausdünstung ein. Die ausgeschiedenen dichteren, nicht flüchtigen organischen Substanzen bleiben an der Lungenschleimhaut, der äußeren Haut und anderen freien Oberflächen. Anders verhält sich die Sache in den Körpercapillaren. Auch hier haben wir wahrscheinlich einen Diffusionsproceß, indem das mit Sauerstoff, sei es in freier oder gebundener Form, reichlicher versehene Arterienblut Oxygen entläßt und dafür Kohlensäure aufnimmt. Allein außerdem tritt bei den feuchten unmittelbaren Umgebungen Wasser nebst einzelnen in ihm aufgelösten Stoffen in tropfbar flüssiger Gestalt exosmotisch hervor. Die Ausscheidung dieser Lösungen stellt hier einen Hauptfaktor der Wechselwirkungen dar.

Halten wir diesen Gesichtspunkt fest, so wird uns wenigstens ein 553
Theil der Beziehung des Arterien- und Venenblutes erklärlicher. Abgesehen von den durch die Luftpumpe zu entziehenden Gasarten zeigt sich das Arterienblut nach H. Nasse durchgehends specifisch leichter und nach Hering, Simon und H. Nasse wässeriger als das Venenblut. Der mittlere Unterschied beträgt ungefähr 0,5% (Nasse) [1]. Diese Thatsache scheint sich daraus zu erklären, daß in den Lungen eine geringere Wasserentfernung als in den Drüsen, vorzüglich den Nieren und den Körperorganen Statt findet. Nichts desto weniger ist es auch möglich, daß, wie Prévost und Dumas, Le Canu und zum Theil Letellier gefunden haben, das Venenblut bisweilen wässeriger als das arterielle ist oder daß, wie Denis beobachtete, der Wassergehalt beider Blutarten als gleich erscheint [2], weil durch die größere Resorption von Getränken oder durch verminderte Abscheidung aus den Lungen, der Haut und den Nieren solche Schwankungen entstehen können. Denn für eine Blutmasse von 12372 Grm. bilden selbst 1½% Wasser nur 185,580 Grm. Flüssigkeit, d. h. so viel als ein Glas Getränk oder ein einmaliges Urinlassen hinreichend compensirt.

Während der Eiweißgehalt des Blutes in den Arterien wie in den 554
Venen der gleiche ist, stimmen die sorgfältigeren Untersuchungen darin überein, daß das Arterienblut mehr Faserstoff als das Venenblut enthält. Nach Denis bietet der Mensch ein Verhältniß = 29 : 27 = 1,074 : 1 dar [3]. Hieraus folgt, daß, wie wir früher schon aus anderen Gründen sahen, der Faserstoff ein fortwährend neu entstehender Körper ist. Ob vielleicht der durch die Athmung eingeführte Sauerstoff auf seine Erzeugung von Einfluß sei, ist noch specieller zu erforschen. Die Fibrine nämlich, welche in dem venösen Blute vorkommt, erscheint weniger consolidirt und löst sich in Salmiak (Fr. Arnold) oder einer Mischung von Salpeter und

---

1) R. Wagner's Handwörterbuch der Physiologie. Bd. I. S. 171.

2) Siehe Le Canu Etudes sur le sang humain. Paris. 1837. 4. p. 77 — 79.

3) Ebendaselbst p. 80.

kaustischem Kali oder Natron (Scherer)[1]). Mit dem arteriellen Faserstoffe ist dieses nicht der Fall. Hiernach könnte man nicht annehmen, daß der in dem Venenblute enthaltene Faserstoff bei seinem Durchgange durch die Lungen eine höhere Consolidation erreicht, daß er dann bei seinem Aufenthalte in den Körpercapillaren theilweise oder gänzlich ausschwitzt und durch weichere Faserstoffarten ersetzt wird. Diese Ansicht wurde auch durch die übrigen Ernährungserscheinungen sowohl als durch die Thatsache, daß eine Erhöhung des Athmungsprocesses die Fibrinmenge des Arterienblutes vergrößert, unterstützt.

555 In Einzelfällen kann das Venenblut eine verhältnißmäßig erheblichere Quantität von Eiweiß als das Arterienblut darbieten. Während z. B. Fr. Simon[2]) in beiden Blutarten eines an Malleus humidus leidenden Pferdes 11,310 % und 11,335 % Eiweiß fand, ergab das Arterienblut eines anderen Pferdes 7,888 %, das Venenblut desselben dagegen 8,5875 % Albumin. Ob dieses von der Zeit der Fütterung und der Aufsaugung der Proteinkörper abhing, steht dahin. Der Differenz ging auch der Unterschied des Hämatin mehr oder minder parallel. Bei dem ersteren Thiere zeigten sich 3,640 % und 3,952 %, bei dem letzteren dagegen 4,872 % im arteriellen und 5,176 % im venösen Blute.

556 Die Menge der Blutkörperchen, welche in den Arterien weniger Farbestoff enthalten sollen (F. Simon), scheint bei dem Menschen in dem Arterienblute etwas größer als im Venenblute zu sein. Jedoch können auch ausnahmsweise gleiche Quantitäten in beiden auftreten. So z. B. fand Denis[3]):

	Procentiger Gehalt an Blutkörperchen.		
	Mann.	Frau.	Frau.
Arterienblut . .	13,7	12,52	10,0
Venenblut . . .	13,5	12,43	10,0

Wenn nicht die immer nur annähernde Bestimmung dieser Gebilde jede sichere Schlußfolgerung unmöglich macht, so ist jedenfalls der Unterschied der Blutkörperchen von untergeordnetem Range. Der Fettgehalt beider Blutarten scheint zu schwanken. Die Salze sollen im hellrothen Blute etwas vergrößert sein (H. Nasse)[4]).

557 Im Ganzen genommen scheinen daher bei dem Durchgange durch die Lungen der Faserstoff und zum Theil die Blutkörperchen, bei dem durch die Körpercapillaren der Farbestoff zu gewinnen, in dem letzteren Falle

---

[1]) Annalen der Pharmacie. Bd. XL. S. 11 ff.

[2]) F. Simon Handbuch der angewandten medicinischen Chemie. Bd. II. Berlin. 1841. 8. S. 103.

[3]) Le Canu a. a. O. S. 83.

[4]) a. a. O. S. 172.

dagegen Wasser, Fibrine und eine geringe Menge von Salzen auszutreten. Durch neue Zufuhr können aber zunächst dem Venenblute Proteinkörper und zwar in der typischen Form des Eiweißes geliefert werden.

Offenbar sind die bisherigen Blutanalysen zu wenig nach fixen und sicheren Methoden angestellt worden, als daß sich selbst das wenige Angeführte mit vollkommener Sicherheit behaupten ließe. Der Nachweis von haltbaren Detaildifferenzen der einzelnen Arten des Venenblutes, je nachdem dieses von verschiedenen Organen kommt, fehlt noch gänzlich. Die Vergleichungen, welche sich in dieser Hinsicht nach unseren gegenwärtigen Kenntnissen anstellen lassen, wurden schon §. 486 angeführt. Nicht minder unsicher sind die Folgerungen, welche in Betreff der Einflüsse des Alters, des Geschlechtes, des Temperamentes u. dgl. gemacht worden. Ueber sie siehe Fr. Simon Handbuch der angewandten medicinischen Chemie. Bd. II. 1841. 8. S. 139—47.

In jedem allgemeineren Ernährungsleiden wird die Blutmasse als der Reflex oder die Ursache der Krankheit mehr oder minder verändert erscheinen. Nur über die gröbsten Details läßt sich in dieser Beziehung für jetzt Rechenschaft geben.

Die am wenigsten ausgesprochenen Unterschiede bietet der Wassergehalt dar, weil dieser Bestandtheil theils durch die eigenen Körperorgane, vorzüglich aber durch die Getränke am leichtesten ergänzt zu werden vermag. Nur bei Zuständen, in welchen die fixen Bestandtheile des Blutes nicht so rasch ersetzt werden können, entsteht ein relativer Ueberschuß des Wassers. In Fiebern und Entzündungen, bei tuberkulöser Schwindsucht u. dgl. hält er sich meistentheils innerhalb der normalen Gränzen, welche man zwischen 73,20 % und 84,80 % setzen muß (Denis). Nur bei Blutleere, Wassersucht, Herzleiden, welche mit den letzteren verbunden sind, Albuminurie u. dgl. überschreitet er dieselben. Die folgende Tabelle enthält die näheren Belege dieser Sätze. A. u. G. bedeutet Andral und Gavarret, L. Le Canu, Fr. S. Simon und Chr. Christison.

Krankheit.	Procentiger Wassergehalt des Blutes.			Beobachter.
	Minimum.	Maximum.	Medium.	
Vorläufer anhaltender Fieber	76,13	79,08	77,40	A. u. G.
Anhaltende Fieber	72,56	85,19	—	A. u. G.
Desgl.	—	—	85,60	Jennings.
Typhus	75,63	86,23	79,60	A. u. G.
Desgl.	79,59	80,52	80,50	L.
Desgl.	79,23	81,69	80,46	Fr. S.
Wechselfieber	77,81	84,79	81,14	A. u. G.
Blattern und Varioloiden	77,15	82,02	78,03	A. u. G.
Scharlach	77,04	77,66	77,35	L.
Desgl.	76,15	79,83	77,97	A. u. G.
Masern	76,02	82,32	78,66	A. u. G.
Gesichtsrose	78,87	83,60	81,21	A. u. G.
Fußrose	—	—	76,96	A. u. G.
Acuter Rheumatismus	77,16	83,96	80,54	A. u. G.
Desgl.	—	—	80,15	Fr. S.
Bronchitis	76,33	82,18	77,07	A. u. G.
Desgl.	75,78	79,75	77,76	Fr. S.
Bronchitis chronica	—	—	79,25	A. u. G.
Pneumonie	77,05	83,44	79,90	A. u. G.
Desgl.	79,85	83,98	81,12	Fr. S.
Pleuritis	77,42	84,56	79,84	A. u. G.
Mandelentzündung	77,79	83,02	79,72	A. u. G.

Krankheit.	Procentiger Wassergehalt des Blutes.			Beobachter.
	Minimum.	Maximum.	Medium.	
Leberentzündung	—	—	78,90	Trail.
Bauchfellentzündung	78,64	85,10 [1])	81,06	A. u. G.
Desgl.	78,49	78,70	78,59	Fr. S.
Blasenentzündung	—	—	78,58	A. u. G.
Metrophlebitis puerperalis .	78,56	83,64	81,10	Fr. S.
Tuberculöse Lungenschwindsucht	77,50	84,58	80,97	A. u. G.
Desgl.	75,00	82,52	79,42	Fr. S.
Hirnblutung	74,23	80,69	78,09	A. u. G.
Congestionen nach dem Kopfe	74,02	82,03	78,71	A. u. G.
(Chronische?) Herzkrankheit bei Männern	80,73	88,05	83,62	L.
Desgl. bei Frauen	84,51	87,75	86,63	L.
Beginnende Bleichsucht . .	79,00	81,63	80,10	A. u. G.
Ausgebildete Bleichsucht . .	81,85	86,87	85,32	A. u. G.
Desgl.	—	—	87,15	Fr. S.
Meläna	—	—	88,62	Fr. S.
Albuminurie	80,83	88,70	85,09	Chr.
Cholera indica	48,00	74,90	63,97	L.
Desgl.	—	—	74,00	Fr. S.
Desgl.	—	—	85,40	O'Shaugnessy.
Gelbsucht	82,87	83,00	82,93	L.
Desgl.	—	—	81,50	Denis.
Desgl.	—	—	77,00	Fr. S.
Zuckerige Harnruhr	—	—	84,84	L.
Desgl.	—	—	80,28	Bouchardat.
Desgl.	—	—	81,65	Henry.
Desgl.	78,95	80,20	79,54	Fr. S.

Die vollständigen Analysen, aus welchen diese Uebersicht entnommen ist, sind in F. Simon Handbuch der angewandten medicinischen Chemie. Bd. I. S. 147—230 zusammengestellt.

Durch rasch hinter einander wiederholte Aderlässe, wie sie zur Heilung von Fiebern und Entzündungen, Congestionen u. dgl. gebraucht werden, vermehrt sich der procentige Wassergehalt des Blutes durchgehends. Beispiele hierfür liefert folgende nach den Erfahrungen von Andral und Gavarret entworfene Tabelle:

---

[1]) Dieses sehr wässerige Blut rührt von einem während der Krankheit gemachten dritten Aderlasse her.

Krankheit.	Aderlaß.					
	Erster.	Zweiter.	Dritter.	Vierter.	Fünfter.	Sechster.
AcuterRheumatismus	77,88	78,09	78,80	79,90	81,39	82,62
Pneumonie . . .	77,30	78,23	79,50	80,04	—	—
Desgl.	81,80	81,85	82,09	83,44	—	—
Pleuritis	80,26	80,76	—	—	—	—
Desgl.	78,30	79,85	—	—	—	—
Peritonitis . . .	82,29	83,16	85,10	—	—	—
Desgl.	78,94	80,27	81,35	—	—	—
Gesichtsrose . . .	79,92	80,62	—	—	—	—
Typhus	75,63	67,97	78,52	79,86	82,74	
Desgl.	76,95	78,47	80,43	83,11	84,55	—
Desgl.	81,03	81,62	82,56	83,68	84,78	—

Auch diese Erscheinung liegt natürlich darin, daß eine Wiederherstellung des Wassers leichter als eine solche der fixen Bestandtheile ist. Manche Personen empfinden nicht selten nach gemachtem Aderlasse Durst und befriedigen denselben in reichlichem Maaße. Bei den meisten acuten Leiden, wegen welcher venäsecirt wird, ist ein starker Durst ein gewöhnliches Nebensymptom der Krankheit.

Von dem obigen Gesetze, daß das Blut durch wiederholte Aderlässe wässeriger werde, scheinen vielleicht auch seltene Ausnahmen zu existiren. Wenigstens finden sich bei Andral und Gavarret einzelne Zahlen, welche demselben zum Theil widersprechen. So z. B. zeigten sich in einem Falle von Pleuritis bei dem ersten Aderlasse 78,35 %, bei dem zweiten dagegen 78,03 %, bei einem acuten Rheumatismus bei dem vierten 82,06 %, bei dem fünften dagegen 78,97 % Wässer.

Da sich das Blut bei beginnender Bleichsucht nicht wesentlich wässeriger zeigt, bei ausgebildeter dagegen diese Beschaffenheit in auffallendem Grade darbietet, so scheint sich hieraus zu ergeben, daß der zu große Wassergehalt nicht die Ursache, sondern die Folge des Leidens sei. Nach dem glücklichen Gebrauche von Eisenpräparaten nimmt dann auch die Menge des festen Rückstandes wiederum zu. So fand sich:

Procentiges Wasser		Beobachter.
vor dem Gebrauche des Eisens.	nach dem Gebrauche des Eisens.	
86,65	81,85	Andral und Gavarret.
85,28	83,15	Dieselben.
87,15	80,65	Fr. Simon.

Unter den dichten Bestandtheilen spielt der Faserstoff eine auffallende Rolle in Krankheiten. So z. B. ergab sich:

Krankheit.	Procentiger Faserstoffgehalt des Blutes.			Beobachter.
	Minimum.	Maximum.	Medium.	
Anzeichen anhaltender Fieber	0,16	0,32	0,24	A. u. G.
Anhaltende Fieber . . .	0,31	0,42	0,34	A. u. G.
Desgl.	—	—	0,20	Jennings.
Typhus	0,09	0,42	0,26	A. u. G.
Desgl.	—	—	0,22	Fr. S.
Wechselfieber	0,30	0,38	0,33	A. u. G.
Blattern und Varioloiden	0,20	0,44	0,32	A. u. G.
Scharlach	0,31	0,40	0,36	A. u. G.
Masern	0,24	0,34	0,27	A. u. G.
Gesichtsrose	0,47	0,73	0,59	A. u. G.
Fußrose	—	—	0,36	A. u. G.
Acuter Rheumatismus der Gelenke	0,41	1,02	0,75	A. u. G.
Chronischer Gelenkrheumatismus	0,40	0,50	—	A. u. G.
Bronchitis	0,57	0,93	0,66	A. u. G.
Desgl.	—	—	0,43	Fr. S.
Bronchitis chronica . .	—	—	0,30	A. u. G.
Pneumonie	0,40	1,05	0,75	A. u. G.
Desgl.	0,34	0,91	0,61	Fr. S.
Pleuritis	0,35	0,59	0,48	A. u. G.
Mandelentzündung . .	0,38	0,72	0,55	A. u. G.
Bauchfellentzündung . .	0,36	0,72	0,52	A. u. G.
Desgl.	0,44	0,45	—	Fr. S.
Blasenentzündung . . .	—	—	0,54	A. u. G.
Metrophlebitis puerperalis	0,44	0,76	0,60	A. u. G.
Tuberkulöse Lungenschwindsucht	0,21	0,59	0,44	A. u. G.
Desgl.	0,46	0,65	—	Fr. S.
Hirnblutung	0,19	0,39	0,27	A. u. G.
Congestionen nach dem Kopfe	0,16	0,37	0,26	A. u. G.
Beginnende Bleichsucht .	0,24	0,53	0,35	A. u. G.
Ausgebildete Bleichsucht .	0,21	0,36	0,29	A. u. G.
Desgl.	—	—	0,20	Fr. S.
Cholera indica	—	—	1,10	Wittstock.
Gelbsucht	—	—	0,95	Denis.
Desgl.	—	—	0,15	Fr. S.
Albuminurie	0,27	0,85	0,46	Chr.
Zuckerige Harnruhr . .	—	—	0,20	Bouchardat.
Desgl.	—	—	0,24	Henry.
Desgl.	0,20	0,24	0,23	Fr. S.

Enthält nun das gesunde Blut 0,20 bis 0,40 % und durchschnittlich 0,30 % Faserstoff, so folgt daraus, daß nur in den wenigsten Leiden das Minimum der Fibrine unter die kleinste Normalzahl sank. Dieses fand nämlich bloß bei den Vorläufern anhaltender Fieber, bei dem Typhus, den Hirnblutungen, den Congestionen nach dem Kopfe und in einem Falle von Gelbsucht Statt. Als Krankheiten, bei welchen sich im Ganzen eine Vermehrung des Faserstoffes herausstellt, erscheinen die Rose, Entzündungen, wie Bronchitis acuta, Lungen-, Lungenfell-, Mandel-, Bauchfell-, Blasen- und Gebärmutterentzün-

dung und acute oder chronische Gelenkrheumatismen, die Cholera und zum Theil die Gelbsucht. Den normalen Verhältnissen nähern sich mehr oder minder die anhaltenden Fieber, die Wechselfieber, die acuten Exantheme, zum Theil die tuberculöse Lungenschwindsucht, bei welcher jedoch auch eine Vermehrung des Faserstoffes hervortreten kann, und die Vorläufer der Bleichsucht. Bei der ausgebildeten Chlorose, der zuckerigen Harnruhr, den Hirnblutungen scheint eher eine Neigung zur Verkleinerung, bei der Albuminurie eine solche zur Vergrößerung des Faserstoffgehaltes einzutreten. Diesem geht, wie man leicht sieht, die Bildung einer Speckhaut nicht immer genau parallel.

Wie es scheint, verringert sich bei Bleichsüchtigen nach dem ersprießlichen Gebrauche des Eisens der Faserstoffgehalt ihres Blutes. Es zeigte sich in dieser Beziehung:

Procentige Menge von Faserstoff		Beobachter.
vor dem Gebrauche des Eisens.	nach dem Gebrauche desselben.	
0,30	0,25	A. u. G.
0,35	0,33	A. u. G.
0,21	0,12	Fr. S.

Stößt aber schon die genaue Bestimmung des Faserstoffes wegen der ungleichen Ausscheidung desselben durch den Coagulationsproceß auf sehr viele Schwierigkeiten, so läßt sich die Ermittelung der Blutkörperchen auf negativem Wege, d. h. durch Subtraction des aus einer anderen Blutportion durch Schlagen erhaltenen Faserstoffmenge von der Gesammtmasse des Blutkuchens selbst im glücklichsten Falle nur als eine äußerst approximative ansehen. Im normalen Blute schwanken die Größen derselben zwischen 7,14 % und 18,6 % (Denis), also zwischen so bedeutenden Grenzen, daß die Sicherheit dieser Grunddata wohl noch einem gerechten Zweifel unterliegen kann. Für das Blut bei kranken Zuständen erhielten Andral und Gavarret folgende Resultate:

Krankheit.	Procentiger Gehalt an Blutkörperchen.			Krankheit.	Procentiger Gehalt an Blutkörperchen.		
	Minimum.	Maximum.	Medium.		Minimum.	Maximum.	Medium.
Vorläufer anhaltender Fieber .	12,30	15,77	13,55	Pneumonie. . .	8,32	13,78	11,41
Anhaltende Fieber	8,25	18,51	10,71	Pleuritis	6,83	14,11	11,05
Acuter Rheumatismus	7,01	13,00	10,10	Mandelentzündung	7,95	12,60	9,03
Chronischer Gelenkrheumatismus .	7,90	15,43	10,82	Bauchfellentzünd.	6,05	12,28	9,90
Typhöses Fieber .	6,67	14,96	11,60	Blasenentzündung	—	—	11,14
Wechselfieber . .	6,88	12,79	10,43	Tubercul. Schwinds.	7,67	12,21	10,05
Blattern u. Varioloiden . . .	8,70	12,79	11,12	Hirnblutung . .	12,08	17,55	13,54
Scharlach . . .	11,22	14,60	12,97	Congestionen nach dem Kopfe . .	8,83	15,23	12,00
Masern	9,33	14,66	12,94	Beginn. Bleichsucht	9,77	11,27	10,68
Bronchitis acuta .	9,82	14,88	12,39	Ausgebild. Bleichs.	3,87	9,57	5,67
Chron. Bronchitis	12,10	12,70	12,40	Desgl. nach Lecanu	5,13	5,52	5,33
				Albuminurie nach Christison . .	4,27	13,39	7,85

Wir sehen hieraus, daß in keinem Leiden das Maximum des Blutkörperchen das mögliche Maximum des Normalzustandes überschreitet, daß es sich im Gegentheil mehr oder minder dem Medium desselben annähert. Denn dieses beträgt nach Denis für Männer 14,9 % und für Frauen 12,77 %, also durchschnittlich 13,84 %, nach Le Canu 12,70 % und nach Christison 13,71 %. Bei den meisten Leiden, acuten sowohl als chronischen, giebt sich eine mehr oder minder ausgesprochene Tendenz zur Verminderung der Blutkörperchen zu erkennen. Am stärksten erscheint diese in der ausgebildeten Bleichsucht, bei welcher selbst die Maxima erst zwischen dem normalen Minimum und Medium liegen, der Durchschnittswerth dagegen sogar unter dem regelrechten Minimum steht. Auch hier hebt sich dann nach dem Gebrauche von Eisen der procentige Gehalt jener Gebilde. Auf diese Weise stieg er z. B. in einem Falle von 4,66 % auf 9,57 % und in einem zweiten von 4,97 % auf 6,43 % (Andral und Gavarret).

Die übrigen in größeren Mengen vorkommenden Bestandtheile des kranken Blutes, wie der Serumrückstand überhaupt, das Eiweiß, das Hämatin, das Fett und die Salze, sind theils zu sparsam untersucht, theils nach zu schwankenden Methoden bestimmt, als daß sich immer sichere Schlüsse aus ihnen entnehmen ließen. Einige hierher gehörende Ergebnisse sind in der folgenden Tabelle zusammengestellt:

Zustand.	Procentiger Gehalt an												Beobachter.
	Serumrückstand.			Eiweiß.			Fett.			Hämatin.			
	Minimum.	Maximum.	Medium.	Minimum.	Maximum.	Medium.	Minimum.	Maximum.	Medium.	Minimum.	Maximum.	Medium.	
Gesundes Blut	8,00	9,90	9,65	6,29	7,81	6,80	0,37	0,66	0,52	—	—	—	Lecanu.
Desgl. von 10 Männern	7,57	8,61	7,97	5,23	6,22	5,81	—	—	—	—	—	—	Denis.
Desgl. v. 7 Frauen	7,49	9,26	8,51	5,00	6,84	5,94	—	—	—	—	—	—	Denis.
Desgl. eines Mannes u. einer Frau	—	—	—	7,56	7,76	7,66	1,98	2,71	2,35	0,52	0,72	0,62	Fr. Sim.
Vorboten anhaltender Fieber	8,41	9,65	8,92	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Andral u. Gavarret.
Anhaltende Fieber	7,91	8,94	8,44	—	—	—	—	—	—	—	—	—	A. u. G.
Desgl.	—	—	5,1	—	—	3,7	—	—	0,3	—	—	—	Jennings.
Typhus	6,68	9,80	7,79	—	—	—	—	—	—	—	—	—	A. u. G.
Desgl.	7,90	9,91	8,91	—	—	—	—	—	—	—	—	—	L.
Desgl.	—	—	—	8,03	9,07	8,55	—	—	0,22	0,40	0,53	0,47	Fr. S.
Wechselfieber	7,16	9,10	8,00	—	—	—	—	—	—	—	—	—	A. u. G.
Blattern	7,64	10,61	9,08	—	—	—	—	—	—	—	—	—	A. u. G.
Scharlach	8,27	8,94	8,63	—	—	—	—	—	—	—	—	—	A. u. G.
Desgl.	7,89	8,28	8,09	—	—	—	—	—	—	—	—	—	L.
Masern	7,01	9,06	8,13	—	—	—	—	—	—	—	—	—	A. u. G.
Rose	8,46	9,35	8,83	—	—	—	—	—	—	—	—	—	A. u. G.
Acuter Rheumatismus	7,69	10,48	8,60	—	—	—	—	—	—	—	—	—	A. u. G.
Desgl.	—	—	—	—	—	10,05	—	—	0,32	—	—	0,30	Fr. S.
Bronchitis	5,81	8,78	7,61	—	—	—	—	—	—	—	—	—	A. u. G.
Desgl.	—	—	—	9,69	10,91	10,30	0,34	0,37	0,35	0,32	0,88	0,60	Fr. S.
Chronische Bronchitis	—	—	8,30	—	—	—	—	—	—	—	—	—	A. u. G.
Pneumonie	6,67	9,52	8,10	—	—	—	—	—	—	—	—	—	A. u. G.
Desgl.	—	—	—	10,02	12,17	10,61	0,07	0,43	0,29	0,18	0,31	0,26	Fr. S.
Pleuritis	7,31	11,48	8,60	—	—	—	—	—	—	—	—	—	A. u. G.
Mandelentzünd.	8,00	10,03	9,05	—	—	—	—	—	—	—	—	—	A. u. G.
Leberentzündung	—	—	—	—	—	15,7	—	—	4,5	—	—	—	Trail.
Bauchfellentzünd.	8,01	8,95	8,52	—	—	—	—	—	—	—	—	—	A. u. G.

Zustand.	Procentiger Gehalt an												Beobachter.
	Serumrückstand.			Eiweiß.			Fett.			Hämatin.			
	Minimum.	Maximum.	Medium.	Minimum.	Maximum.	Medium.	Minimum.	Maximum.	Medium.	Minimum.	Maximum.	Medium.	
Bauchfellentzünd.	—	—	—	10,74	10,97	10,85	0,34	0,40	0,37	0,36	0,37	—	Fr. S.
Blasenentzündung	—	—	9,74	—	—	—	—	—	—	—	—	—	A. u. G.
Metrophlebitis puerperalis .	—	—	—	10,34	11,28	10,81	0,31	0,43	0,37	0,21	0,34	0,28	A. u. G.
Tuberculöse Lungenschwindsucht	6,51	10,54	8,53	—	—	—	—	—	—	—	—	—	A. u. G.
Desgl. . . .	—	—	—	9,04	13,10	10,66	0,24	0,42	0,35	0,27	0,31	0,29	Fr. S.
Hirnblutung .	7,03	9,94	8,11	—	—	—	—	—	—	—	—	—	A. u. G.
Congestionen nach dem Kopfe .	7,64	10,48	8,97	—	—	—	—	—	—	—	—	—	A. u. G.
(Chron.?) Herzkrankheit bei Männern .	4,19	10,14	7,99	—	—	—	—	—	—	—	—	—	L.
Desgl. bei Frauen	4,05	13,00	6,33	—	—	—	—	—	—	—	—	—	L.
Beginn. Bleichs.	7,65	9,41	8,80	—	—	—	—	—	—	—	—	—	A. u. G.
Ausgebild. Bleichs.	7,54	10,09	8,80	—	—	—	—	—	—	—	—	—	A. u. G.
Desgl. . . .	—	—	—	—	—	7,98	—	—	0,25	—	—	0,14	Fr. S.
Melaena . .	—	—	—	—	—	3,98	—	—	0,09	—	—	0,30	Fr. S.
Albuminurie .	5,21	9,73	6,60	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Christison.
Desgl. . . .	—	—	—	6,34	10,94	9,34	0,19	0,27	0,24	0,38	0,51	0,46	Fr. S.
Gelbsucht . .	—	—	—	—	—	12,65	—	—	0,26	—	—	0,48	Fr. S.
Zucker. Harnruhr	—	—	7,09	—	—	6,25	—	—	—	—	—	—	Bouchardat.
Desgl. . . .	—	—	6,07	—	—	5,55	—	—	—	—	—	—	Henry.
Desgl. . . .	—	—	—	9,75	11,46	9,94	0,20	0,36	0,26	0,37	0,54	0,47	Fr. S.

Wir sehen hieraus, daß die Zahlen der festen Serumrückstände noch keine unzweifelhaften Anhaltpunkte für Consequenzen abzugeben im Stande sind. Vielmehr scheint hier wenigstens nach den vorliegenden Daten ein Bestreben hervorzutreten, in den verschiedenen Körperzuständen ungefähr zu den analogen Grenzwerthen zurückzukehren. Der Eiweißgehalt zeigt bei den meisten Leiden, acuten wie chronischen, eine Disposition zur Vermehrung, das Fett dagegen und das Hämatin eine solche zur Verminderung darzubieten.

Die größere Flüssigkeit und die geringere Fibrinmenge des Blutes bei Typhus scheint in dem übermäßigen Salzgehalte desselben seinen Grund zu haben. In dem eines Mannes, welcher mit Epilepsie behaftet war und an septischem Typhus litt, erhielt Scherer bei der Destillation eine alkalische, kohlensaures Ammoniak führende Flüssigkeit. Das Blut selbst zeigte 17,63 % festen Rückstandes und in diesem 1,192 % Asche, nämlich 0,632 % Chlornatrium, 0,141 % kohlensaures Natron, 0,084 % schwefelsaures Natron, 0,094 % phosphorsaures Natron, 0,016 % kohlensauren Kalk, 0,060 % phosphorsauren Kalk, 0,022 % schwefelsauren Kalk und 0,060 % Eisenoxyd (wobei 0,033 % Verlust). Das normale Blut führt nur 0,64 bis 0,85 % Asche. Jene Salzvermehrung erklärt die Auflösung oder Umsetzung des Faserstoffes und modificirt vielleicht die normale Metamorphose des Blutes, so daß hierdurch Ammoniakbildung herbeigeführt wird. Ihr entsprechend enthielt auch der Urin statt der gewöhnlichen 1,119 % bis 1,529 % nur 0,18 % Asche [1].

Wiederholte Aderlässe bedingen ebenfalls eine wesentliche Veränderung der Bestandtheile. In der Regel nämlich (jedoch auch mit einzelnen Ausnahmen, wie bei dem Ty-

[1] I. I. Scherer chemische und mikroskopische Untersuchungen zur Pathologie. Heidelberg. 1843. 8. S. 69.

phus) nehmen die Blutkörperchen allmälig ab, während da, wo mehrfache Aderlässe nöthig werden, der Faserstoff steigt. Die folgende nach den Daten von Andral und Gavarret entworfene Tabelle giebt über einige dieser Verhältnisse Rechenschaft.

Krankheit.	Bestandtheil.	Aderlaß.					
		Erster.	Zweiter.	Dritter.	Vierter.	Fünfter.	Sechster.
Acuter Rheumatismus.	Fibrin.	0,61	0,72	0,78	1,02	0,90	0,70
	Blutkörperchen.	12,31	12,07	11,28	10,10	8,92	8,38
	Serumrückstand.	9,20	9,12	9,14	8,98	8,79	8,30
Desgl.	Fibrin.	0,89	0,98	0,85	0,64	0,28	—
	Blutkörperchen.	10,93	10,75	9,54	9,35	11,79	—
	Serumrückstand.	8,47	8,18	8,36	7,95	8,96	—
Pneumonie.	Fibrin.	0,40	0,55	0,65	0,90	—	—
	Blutkörperchen.	11,13	10,77	10,11	8,32	—	—
	Serumrückstand.	6,67	6,83	7,15	7,34	—	—
Desgl.	Faserstoff.	0,52	0,73	0,69	0,80	—	—
	Blutkörperchen.	13,78	12,55	11,74	11,15	—	—
	Serumrückstand.	8,40	8,49	8,07	8,06	—	—
Peritonitis.	Faserstoff.	0,54	0,53	0,36	—	—	—
	Blutkörperchen.	8,83	7,36	6,05	—	—	—
	Serumrückstand.	8,34	8,95	8,49	—	—	—
Desgl.	Fibrin.	0,38	0,47	0,61	—	—	—
	Blutkörperchen.	12,00	10,95	10,03	—	—	—
	Serumrückstand.	8,68	8,31	8,01	—	—	—
Typhus.	Faserstoff.	0,23	0,21	0,18	0,13	0,10	—
	Blutkörperchen.	14,53	13,58	12,62	11,62	9,17	—
	Serumrückstand.	9,61	9,24	8,68	8,39	7,99	—
Desgl.	Faserstoff.	0,36	0,29	0,23	0,19	0,37	—
	Blutkörperchen.	14,96	12,53	12,37	10,30	7,96	—
	Serumrückstand.	7,73	8,71	6,97	6,40	7,12	—
Desgl.	Fibrin.	0,34	0,35	0,23	0,17	0,21	—
	Blutkörperchen.	10,24	10,50	9,39	8,63	7,60	—
	Serumrückstand.	8,39	7,98	7,82	7,52	7,46	—

Wie es scheint, erhält sich der Serumrückstand auch bei krankem Blute mehr oder minder constant. Da nun das Eiweiß seine Hauptmasse bildet und bei den verzeichneten entzündlichen Leiden durch die vorgeschriebene Diät fast gar kein thierisches und nur wenig Pflanzenalbumin von außen in den Körper kommen kann, so scheint hieraus zu folgen, daß die aus dem eigenen Organismus aufgesogenen Proteinverbindungen zunächst in der Form des Eiweißes im Blute erscheinen.

Wenn auch häufig bei ferneren Aderlässen, wahrscheinlich wegen der Fortdauer der Entzündung, der Faserstoffgehalt steigt, so compensirt er doch in der Regel nicht den Mangel an Blutkörperchen, so daß im Allgemeinen mit Wiederholung der Venäsectionen das Quantum des trockenen Kuchens abnimmt.

Von diesen allgemeinen Verhältnissen der Beschaffenheit der Blutmasse muß man noch die localen Erscheinungen derselben sondern. Durch die mannigfachsten, uns noch unbekannten Ernährungsvorgänge kann das Blut, vorzüglich wenn es langsamer bewegt wird oder stockt, örtlich eine wesentlich andere Mischung erhalten, ohne daß sich dieses sogleich auf die gesammte Blutmenge überträgt. In einem entzündeten Gefäße z. B. liegen die Blutkörperchen äußerst dicht zusammengehäuft und zeigen Veränderungen, welche noch am meisten an einen zu großen Concentractionszustand der Blutflüssigkeit erinnern.

(E. Emmert, Henle)[1]), ohne daß sich natürlicher Weise ähnliche Charaktere in dem gesammten Blute darstellten.

Während noch alle sicheren Data über die absolute Blutquantität in Krankheiten fehlen, wissen wir nur so viel, daß der Mangel einer hinreichenden Menge derselben das centrale Nervensystem, den Herzschlag und die Athmung lähmt und so den Tod herbeiführt. Der Eintritt des letzteren kann schon erfolgen, wenn z. B. durch irgend eine Verletzung selbst nur ⅓ bis ½ der gesammten Blutmenge oder vielleicht noch weniger abgeflossen ist (§. 386). In solchen Fällen wird der Herzschlag immer schwächer, nimmt aber bisweilen an Frequenz zu, der Puls erscheint klein, weich, schnell und oft verschwimmend, die Haut wird blaß und kühl, die Physiognomie apathisch und leichenähnlich. Es entstehen subjective Gesichtsempfindungen, ähnliche Wahrnehmungen im Gehörorgane, Gähnen, Uebelkeiten und selbst Anfälle von Erbrechen, Schwindel, Ohnmachten, leichte Zuckungen und Bewußtlosigkeit. Der Mensch erkaltet immer mehr und stirbt ruhig oder unter Convulsionen.

Um diesen Blutmangel zu heben, versuchte man das Blut anderer Individuen einzuspritzen. Bei dieser Operation der Transfusion bildet aber die Beschaffenheit der Blutmasse einen Cardinalpunkt. Ganz frisches Blut eines anderen Menschen führt die Gefahr mit sich, daß es leicht durch seine Gerinnung Verstopfung erzeugt und auf diese Art den Versuch vereitelt oder die kostkarste Zeit verloren gehen läßt. Die Einspritzung von Blut, welches durch Schlagen von seinem Faserstoff befreit worden, wird momentan gut vertragen und ist daher auch zu Transfusionen bei dem Menschen empfohlen worden (J. Müller, Bischoff)[2]). Allein wenn seine Masse zu groß wird, entstehen Athmungsbeschwerden, Traurigkeit und Ueberfüllung der Lungen mit Blut, welches dann nach dem Tode im ganzen Körper nicht gerinnt (Magendie, Budge)[3]). Bisweilen soll sich ein vollkommen typhöser Zustand einfinden, und es sollen Exsudate, blutige Stühle und darmgeschwürähnliche Entartungen entstehen (Magendie). Einspritzung von bloßem Serum, aus welchem also Faserstoff und Blutkörperchen entfernt sind, ist nicht im Stande, einen verblutenden Organismus von neuem zu beleben (Prévost und Dumas, Dieffenbach). Wie es scheint, ist der Mangel an Blutkörperchen ein wesentliches Moment des Todes. Dieses dürfte aber dafür sprechen, daß diese Gebilde bei der Diffusion der Gase, welche bei dem Perspirations- und Ernährungsproceß Statt findet, wesentlich betheiligt sind.

Für die Einspritzung selbst dient bei dem Menschen am besten frisches oder geschlagenes Menschenblut und nur im höchsten Nothfalle geschlagenes Blut von Haussäugethieren. Verschiedene Versuche an mannigfachen Geschöpfen haben nämlich gelehrt, daß das Blut einer Thierklasse für eine andere sehr leicht giftartig wirkt und eingespritzt sogleich tödtliche Convulsionen hervorruft. Frösche z. B. sterben bald, so wie ihnen nur wenige Tropfen Menschenblutes injicirt worden. Unmöglich vermag hier ein mechanisches Hinderniß, wie bei der Injection von Luft (§. 398) den Erfolg zu bedingen. Denn die Blutkörperchen des Menschen sind bekanntlich viel kleiner als die der Frösche. Welches jedoch der tiefere Grund dieser Erscheinungen sei, ist noch gänzlich unbekannt. Daß sie auch mit den chemischen Verhältnissen der Diffusion der Gase des Blutes zusammenhängen, scheint der Umstand entfernt anzudeuten, daß nur venöses, nicht aber arterielles Blut der Säugethiere Vögel auf der Stelle tödtet (Bischoff)[4]).

Indem das Blut die Ernährung des Körpers bewirkt, hat es zweierlei Ausgaben, einerseits nämlich die Vermittelung derjenigen Producte, welche aus dem Körper davongehen und anderseits die Bildung der Ernährungsflüssigkeit, durch welche sich die Gewebe erhalten, zu besorgen. 558

---

[1]) Henle und Pfeuffer Zeitschrift für rationelle Medicin. Bd. II. Zürich 1843. S. 42.

[2]) I. Müller Physiologie. Vierte Auflage. 1841. 8. S. 124. Bischoff in Müller's Archiv. 1835. S. 347 fgg. Vergl. auch Dieffenbach die Transfusion des Blutes. Berlin. 1828.

[3]) I. Budge allgemeine Pathologie. Bonn. 1843. 8. S. 244.

[4]) Bischoff in Müller's Archiv. 1838. S. 352.

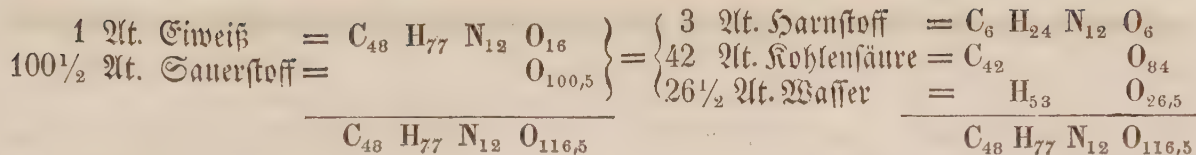
Wir können die ersteren mit dem allgemeinen Namen der Abgänge, die letzteren mit dem der Erhaltungsmittel bezeichnen. Zu jenen gehören der Urin, der Stuhl (mit Ausnahme der unverdaulichen Speisereste) und die Perspiration, zu der letzteren alle Erhaltungs- und Wachsthumsmaterien der Gewebe. Natürlicher Weise werden diese sämmtlichen Erscheinungen nur innerhalb gewisser Grenzen constant bleiben, sonst dagegen nach dem Zustande der Einnahmen, der Ausgaben, der Ernährung der Theile und des Uebergewichtes einzelner Thätigkeiten über andere wechseln. Im gesunden wie im kranken Zustande können hier eine unendliche Reihe von Einzelmodificationen eintreten, so daß man nur im Stande ist, einige der allgemeineren Hauptpunkte speciell hervorzuheben.

Diese meist theoretischen Betrachtungen können auf zweierlei Weise angestellt werden. Entweder hält man sich an die Finalausgaben, d. h. an die Stoffe des Harnes, des Kothes und der Perspiration. Man berücksichtigt dann nicht, welche Zwischenmetamorphosen die Einnahmesubstanzen erleiden, bevor sie in die Verbindungen der genannten Finalausgaben übergehen. Oder man zieht auch den letzteren Punkt in Betracht und fußt hierbei vorzugsweise auf der Hypothese, daß die Galle ein Reinigungsproduct des Blutes darstellt und daß daher die Stoffe der Einnahmen, indem sie in die Blutmasse übergegangen, nicht bloß zu Harn, Koth und Perspiration, sondern auch zu Galle werden. Man sieht leicht, daß die erstere Methode die sicherere, die letztere unter Voraussetzung der Wahrheit jener Hypothese die vollständigere ist.

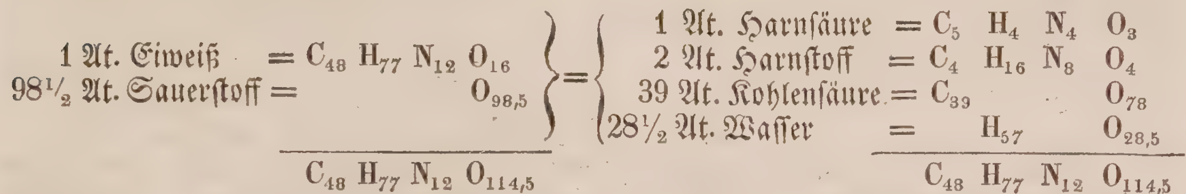
Bei allen diesen Darstellungen spielen die gegenseitigen Zusammenstellungen der elementaranalytischen Formeln eine Hauptrolle. Hierbei dürfen wir jedoch nie aus den Augen lassen, daß selbst die glücklichste Combination der Art nur beweist, daß die Sache nicht unmöglich sei. Nur wenn eine Reihe sicherer Facta die Zusammenstellung der Formeln unterstützt, lassen sich bestimmtere Folgerungen aussprechen.

559 Wie wir früher sahen, sind die vorzüglichsten organischen Substanzen, welche wir in unseren Organismus und mittelbar in das Blut einführen, stickstoffhaltige Proteinkörper und stickstofflose Verbindungen, die sich entweder, wie die Fette, durch einen sehr geringen Sauerstoffgehalt auszeichnen, oder in welchen wie im Stärkmehl doppelt so viele Wasserstoff-, als Sauerstoffatome existiren. Abstrahiren wir nun von denjenigen Ueberresten derselben, welche bei den Excrementen bleiben, so läßt sich der Satz aufstellen, daß im Normalzustande keine einzige dieser Substanzen, wie das Eiweiß, der Faserstoff, der Käsestoff, die Gallerte u. dgl., das Fett, das Stärkemehl, das Gummi, der Zucker u. s. w. unverändert in den Finalausgaben des Harnes und der Perspiration auftritt, sondern daß in diesen bloße Zersetzungsproducte derselben zum Vorschein kommen. In dem Urin bilden sich hierdurch und zwar, indem mit Zuziehung des eingeathmeten Sauerstoffes eine unvollständige Verbrennung vor sich geht, charakteristische Verbindungen, wie der Harnstoff, die Harnsäure, harnsaures Ammoniak, Hippursäure u. dergl. mehr. Um aber wenigstens eine allgemeine Einsicht in die Art und Weise, wie diese verschiedenen Körper erzeugt werden, zu erhalten, müssen wir einige theoretische Formeldeductionen als Belege geben.

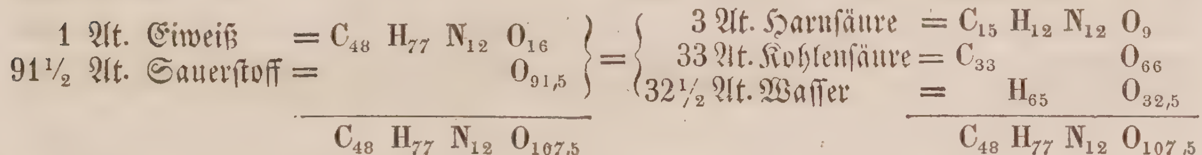
560 Nehmen wir z. B. für den Werth des Eiweißes $C_{48}\ H_{77}\ N_{12}\ O_{16}$ (§. 537) an, so können wir uns dessen Umsatz in die genannten Finalausgaben folgendermaßen denken:


1 At. Eiweiß = $C_{48}\ H_{77}\ N_{12}\ O_{16}$
100½ At. Sauerstoff = $O_{100,5}$
$C_{48}\ H_{77}\ N_{12}\ O_{116,5}$
= 3 At. Harnstoff = $C_6\ H_{24}\ N_{12}\ O_6$
42 At. Kohlensäure = $C_{42}\ O_{84}$
26½ At. Wasser = $H_{53}\ O_{26,5}$
$C_{48}\ H_{77}\ N_{12}\ O_{116,5}$

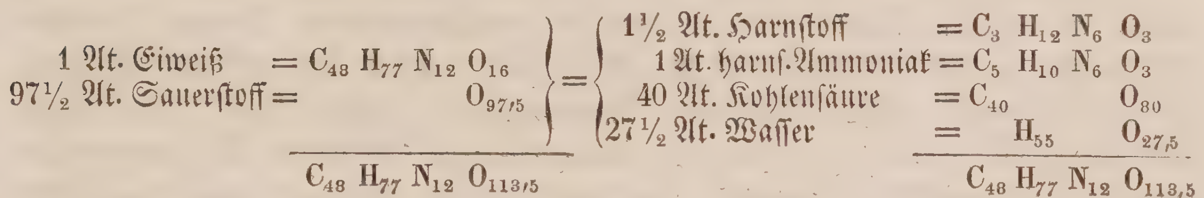
Oder


1 At. Eiweiß = $C_{48}\ H_{77}\ N_{12}\ O_{16}$
98½ At. Sauerstoff = $O_{98,5}$
$C_{48}\ H_{77}\ N_{12}\ O_{114,5}$
= 1 At. Harnsäure = $C_5\ H_4\ N_4\ O_3$
2 At. Harnstoff = $C_4\ H_{16}\ N_8\ O_4$
39 At. Kohlensäure = $C_{39}\ O_{78}$
28½ At. Wasser = $H_{57}\ O_{28,5}$
$C_{48}\ H_{77}\ N_{12}\ O_{114,5}$

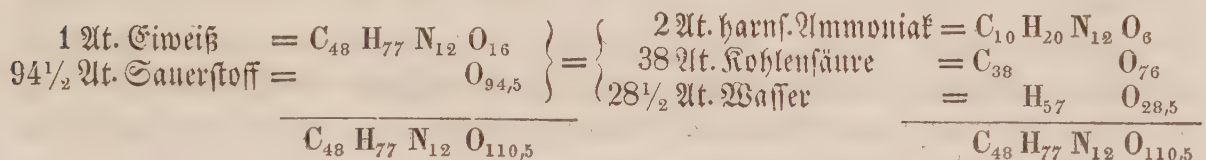
Oder


1 At. Eiweiß = $C_{48}\ H_{77}\ N_{12}\ O_{16}$
91½ At. Sauerstoff = $O_{91,5}$
$C_{48}\ H_{77}\ N_{12}\ O_{107,5}$
= 3 At. Harnsäure = $C_{15}\ H_{12}\ N_{12}\ O_9$
33 At. Kohlensäure = $C_{33}\ O_{66}$
32½ At. Wasser = $H_{65}\ O_{32,5}$
$C_{48}\ H_{77}\ N_{12}\ O_{107,5}$

Oder


1 At. Eiweiß = $C_{48}\ H_{77}\ N_{12}\ O_{16}$
97½ At. Sauerstoff = $O_{97,5}$
$C_{48}\ H_{77}\ N_{12}\ O_{113,5}$
= 1½ At. Harnstoff = $C_3\ H_{12}\ N_6\ O_3$
1 At. harns. Ammoniak = $C_5\ H_{10}\ N_6\ O_3$
40 At. Kohlensäure = $C_{40}\ O_{80}$
27½ At. Wasser = $H_{55}\ O_{27,5}$
$C_{48}\ H_{77}\ N_{12}\ O_{113,5}$

Oder


1 At. Eiweiß = $C_{48}\ H_{77}\ N_{12}\ O_{16}$
94½ At. Sauerstoff = $O_{94,5}$
$C_{48}\ H_{77}\ N_{12}\ O_{110,5}$
= 2 At. harns. Ammoniak = $C_{10}\ H_{20}\ N_{12}\ O_6$
38 At. Kohlensäure = $C_{38}\ O_{76}$
28½ At. Wasser = $H_{57}\ O_{28,5}$
$C_{48}\ H_{77}\ N_{12}\ O_{110,5}$

Aus diesen Formelzusammenstellungen ergiebt sich, daß zur Umwandlung von Eiweiß im Harnstoff mehr Sauerstoffatome gehören als zur Metamorphose in Harnsäure oder in harnsaures Ammoniak. Im ersteren Falle entsteht auch mehr Kohlensäure und weniger Wasser. Denken wir uns z. B., daß 100 Grm. Eiweißes auf diese Weise zerlegt werden sollen, so haben wir: 561

	C.	H.	N.	O.
100 Grm. Eiweiß =	53,480 Grm.	7,170 Grm.	15,730 Grm.	23,620 Grm.
149,308 Grm. Sauerstoff =				149,308 Grm.
249,308 Grm.	53,480 Grm.	7,170 Grm.	15,730 Grm.	172,928 G. =

	C.	H.	N.	O.
33,662 Grm. Harnstoff =	6,739 Grm.	2,259 Grm.	15,730 Grm.	8,934 Grm.
171,383 Grm. Kohlensäure =	46,741 Grm.			124,642 Grm.
44,263 Grm. Wasser =		4,911 Grm.		39,352 Grm.
249,308 Grm.	53,480 Grm.	7,170 Grm.	15,730 Grm.	172,928 Grm.

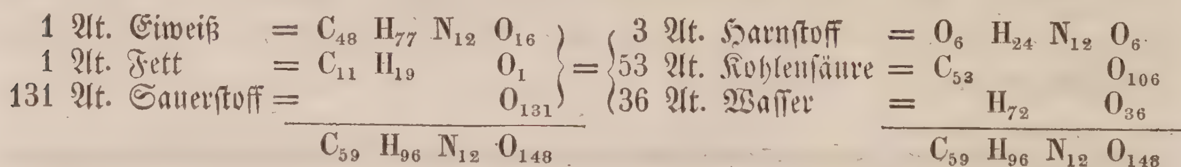
Dagegen geben

	C.	H.	N.	O.
100 Grm. Eiweiß =	53,480 Grm.	7,170 Grm.	15,730 Grm.	23,620 Grm.
136,720 Grm. Sauerstoff =				136,720 Grm.
236,720 Grm.	53,480 Grm.	7,170 Grm.	15,730 Grm.	160,340 G. =

	C.	H.	N.	O.
45,463 Grm. Harnsäure =	16,284 Grm.	1,082 Grm.	15,730 Grm.	12,366 Grm.
136,385 Grm. Kohlensäure =	37,196 Grm.			99,190 Grm.
54,872 Grm. Wasser =		6,088 Grm.		48,784 Grm.
236,720 Grm.	53,480 Grm.	7,170 Grm.	15,730 Grm	160,340 Grm.

Hieraus erhellt, daß, während aus 100 Grm. Eiweiß durch 149,308 Grm. Sauerstoff 33,662 Grm. Harnstoff gebildet werden können, dieselbe Albuminmenge nur 136,720 Grm. Sauerstoff bedarf, um in 45,463 Grm., d. h. beinahe ⅓ mehr Harnsäure überzugehen. Wir können uns daher vorstellen, daß, wenn aus irgend einem Grunde für diese Metamorphosen weniger Sauerstoff disponibel ist, statt eines Theiles des Harnstoffes reichlichere Harnsäure gebildet wird. Es kann sich auf diesem Wege, wenn der Zustand länger dauert, eine sogenannte harnsaure Diathese [1]) erzeugen, und die überschüssige und schwer lösliche Harnsäure theils im Urin als Concrementbildung oder späteres Sediment erscheinen, theils in den Gelenken als gichtische Concretion ablagern.

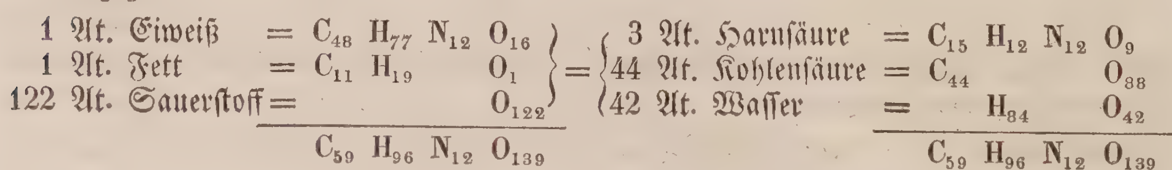
Eine Gelegenheitsursache zur Veranlassung von Gicht bildet ein gutes Leben, d. h. der übermäßige Genuß von vielen Fleischspeisen mit Wein u. dgl. Die Einführung solcher Nahrungsmittel erfordert dann zum Umsatze in Harnstoff mehr Oxygen als zur Metamorphose in Harnsäure. Denn wir haben z. B.



1 At. Eiweiß = $C_{48}\ H_{77}\ N_{12}\ O_{16}$
1 At. Fett = $C_{11}\ H_{19}\ O_{1}$
131 At. Sauerstoff = O_{131}
$C_{59}\ H_{96}\ N_{12}\ O_{148}$

= 3 At. Harnstoff = $C_{6}\ H_{24}\ N_{12}\ O_{6}$
53 At. Kohlensäure = $C_{53}\ O_{106}$
36 At. Wasser = $H_{72}\ O_{36}$
$C_{59}\ H_{96}\ N_{12}\ O_{148}$

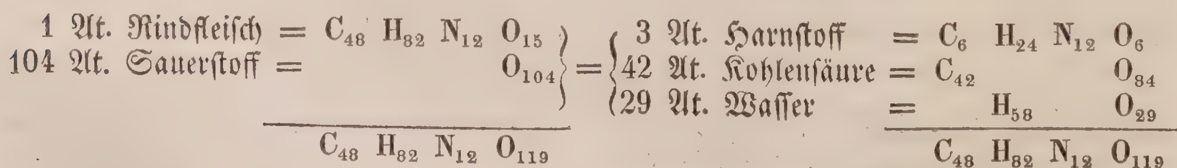
Dagegen



1 At. Eiweiß = $C_{48}\ H_{77}\ N_{12}\ O_{16}$
1 At. Fett = $C_{11}\ H_{19}\ O_{1}$
122 At. Sauerstoff = O_{122}
$C_{59}\ H_{96}\ N_{12}\ O_{139}$

= 3 At. Harnsäure = $C_{15}\ H_{12}\ N_{12}\ O_{9}$
44 At. Kohlensäure = $C_{44}\ O_{88}$
42 At. Wasser = $H_{84}\ O_{42}$
$C_{59}\ H_{96}\ N_{12}\ O_{139}$

Oder

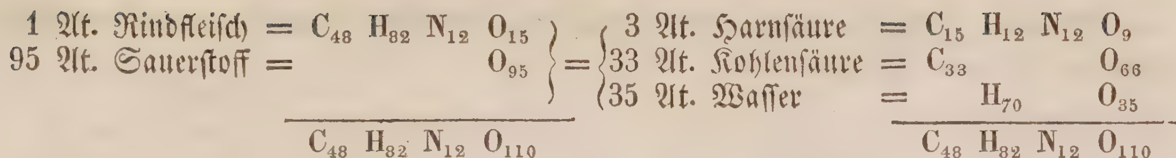


1 At. Rindfleisch = $C_{48}\ H_{82}\ N_{12}\ O_{15}$
104 At. Sauerstoff = O_{104}
$C_{48}\ H_{82}\ N_{12}\ O_{119}$

= 3 At. Harnstoff = $C_{6}\ H_{24}\ N_{12}\ O_{6}$
42 At. Kohlensäure = $C_{42}\ O_{84}$
29 At. Wasser = $H_{58}\ O_{29}$
$C_{48}\ H_{82}\ N_{12}\ O_{119}$

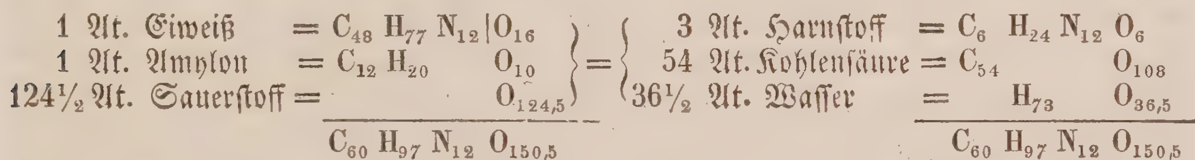
Dagegen:

[1]) Siehe H. Bence Jones über Gries, Gicht und Stein. Zunächst eine Anwendung von Liebig's Thier-Chemie auf die Verhütung und Behandlung dieser Krankheiten. Uebersetzt von H. Hoffmann. Braunschweig. 1843. 8. S. 6 ff.



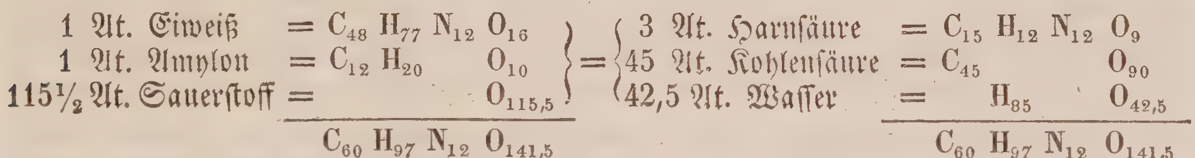
$$\left.\begin{array}{lrl}\text{1 At. Rindfleisch} & = & C_{48}\,H_{82}\,N_{12}\,O_{15}\\ \text{95 At. Sauerstoff} & = & O_{95}\\ \hline & & C_{48}\,H_{82}\,N_{12}\,O_{110}\end{array}\right\} = \left\{\begin{array}{lrl}\text{3 At. Harnsäure} & = & C_{15}\,H_{12}\,N_{12}\,O_{9}\\ \text{33 At. Kohlensäure} & = & C_{33}\,O_{66}\\ \text{35 At. Wasser} & = & H_{70}\,O_{35}\\ \hline & & C_{48}\,H_{82}\,N_{12}\,O_{110}\end{array}\right.$$

Diese Verhältnisse geben einen Fingerzeig, wie sich bei einer überwiegend stickstoffreichen Nahrung und nicht hinreichenden Sauerstoffzufuhr Harnsäure in größerer Menge erzeugen könne. Sie liefern aber keineswegs eine Erklärung der Endursachen der Gicht. Denn sie erläutern z. B. nicht das Verhältniß derselben zur Witterung und weshalb die Harnsäureablagerungen vorzugsweise in den Gelenken und nicht auch an den serösen Oberflächen Statt finden. Ja nach jener Theorie müßte die Harnsäurebildung eher im Sommer als im Winter vor sich gehen, während die Gichtanfälle bekanntlich in dem letzteren vorherrschend auftreten. Dagegen scheint sich durch jene Formelableitung zu ergeben, weshalb ein Ersatz des sauerstoffarmen Fettes durch das oxygenreichere Amylon der Harnsäure-Diathese entgegenwirkt. Für 1 At. Eiweiß + 1 At. Fett z. B. sind 131 At. Sauerstoff nöthig, um 3 At. Harnstoff zu bilden und werden nur 122 At. Oxygen erfordert, um 3 At. Harnsäure zu produciren. Für 1 At. Eiweiß + 1 At. Amylon gehören selbst zur Production von Urée nur 124,5 At. Sauerstoff. Denn:



$$\left.\begin{array}{lrl}\text{1 At. Eiweiß} & = & C_{48}\,H_{77}\,N_{12}\,O_{16}\\ \text{1 At. Amylon} & = & C_{12}\,H_{20}\,O_{10}\\ 124\tfrac{1}{2}\text{ At. Sauerstoff} & = & O_{124,5}\\ \hline & & C_{60}\,H_{97}\,N_{12}\,O_{150,5}\end{array}\right\} = \left\{\begin{array}{lrl}\text{3 At. Harnstoff} & = & C_{6}\,H_{24}\,N_{12}\,O_{6}\\ \text{54 At. Kohlensäure} & = & C_{54}\,O_{108}\\ 36\tfrac{1}{2}\text{ At. Wasser} & = & H_{73}\,O_{36,5}\\ \hline & & C_{60}\,H_{97}\,N_{12}\,O_{150,5}\end{array}\right.$$

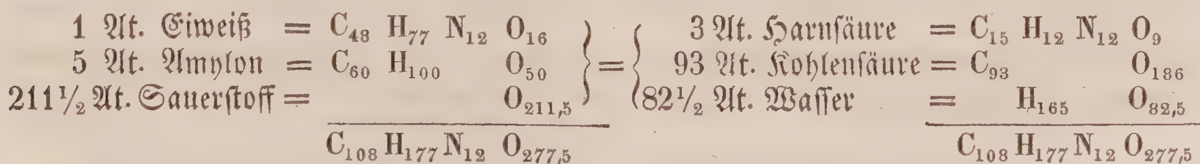
Um Harnsäure zu erzeugen, bedarf es in diesem Falle nur 115½ At. Sauerstoff. Wir haben nämlich:



$$\left.\begin{array}{lrl}\text{1 At. Eiweiß} & = & C_{48}\,H_{77}\,N_{12}\,O_{16}\\ \text{1 At. Amylon} & = & C_{12}\,H_{20}\,O_{10}\\ 115\tfrac{1}{2}\text{ At. Sauerstoff} & = & O_{115,5}\\ \hline & & C_{60}\,H_{97}\,N_{12}\,O_{141,5}\end{array}\right\} = \left\{\begin{array}{lrl}\text{3 At. Harnsäure} & = & C_{15}\,H_{12}\,N_{12}\,O_{9}\\ \text{45 At. Kohlensäure} & = & C_{45}\,O_{90}\\ \text{42,5 At. Wasser} & = & H_{85}\,O_{42,5}\\ \hline & & C_{60}\,H_{97}\,N_{12}\,O_{141,5}\end{array}\right.$$

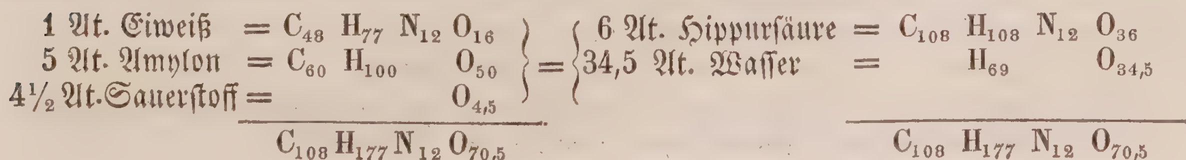
Ein Organismus also, welcher bei der Einnahme von 1 At. Eiweiß + 1 At. Fett nur so viel Sauerstoff disponibel hat, daß er statt Harnstoff Harnsäure bildet, wird bei 1 At. Eiweiß + 1 At. Amylon mit nur wenig mehr Oxygen Urée und mit derselben Sauerstoffmenge viel Harnstoff und wenig Harnsäure erzeugen. Diese Schlußfolgerung wird auch durch die nothwendige Diät der Gichtischen unterstützt.

Werden durch die Speisen größere Mengen stickstoffloser Nahrungs- 562
mittel eingeführt, so fordert die Bildung der Harnsäure eine zu große Menge Sauerstoff, indem bei ihrem verhältnißmäßig geringen Kohlenstoffgehalt (35,82 %) zu viel Carbon für die Bildung von Kohlensäure in Anspruch genommen wird. Dagegen vermindert sich das Oxygenbedürfniß, sobald statt der Harnsäure die kohlenstoffreichere Hippursäure (60.742 %) hervortritt. Wir haben z. B.



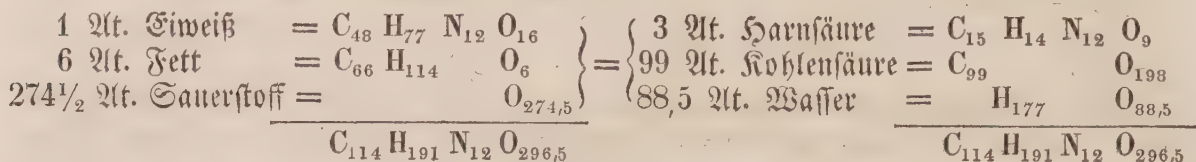
$$\left.\begin{array}{lrl}\text{1 At. Eiweiß} & = & C_{48}\,H_{77}\,N_{12}\,O_{16}\\ \text{5 At. Amylon} & = & C_{60}\,H_{100}\,O_{50}\\ 211\tfrac{1}{2}\text{ At. Sauerstoff} & = & O_{211,5}\\ \hline & & C_{108}\,H_{177}\,N_{12}\,O_{277,5}\end{array}\right\} = \left\{\begin{array}{lrl}\text{3 At. Harnsäure} & = & C_{15}\,H_{12}\,N_{12}\,O_{9}\\ \text{93 At. Kohlensäure} & = & C_{93}\,O_{186}\\ 82\tfrac{1}{2}\text{ At. Wasser} & = & H_{165}\,O_{82,5}\\ \hline & & C_{108}\,H_{177}\,N_{12}\,O_{277,5}\end{array}\right.$$

Dagegen

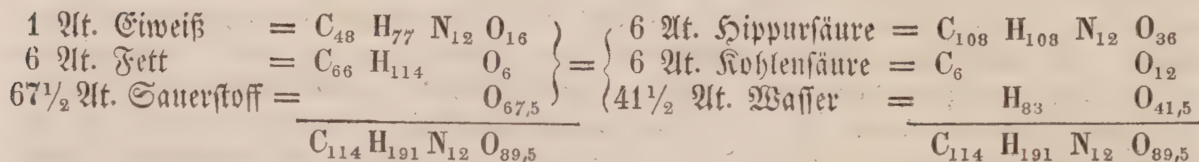


$$\left.\begin{array}{lrl}\text{1 At. Eiweiß} & = & C_{48}\,H_{77}\,N_{12}\,O_{16}\\ \text{5 At. Amylon} & = & C_{60}\,H_{100}\,O_{50}\\ 4\tfrac{1}{2}\text{ At. Sauerstoff} & = & O_{4,5}\\ \hline & & C_{108}\,H_{177}\,N_{12}\,O_{70,5}\end{array}\right\} = \left\{\begin{array}{lrl}\text{6 At. Hippursäure} & = & C_{108}\,H_{108}\,N_{12}\,O_{36}\\ \text{34,5 At. Wasser} & = & H_{69}\,O_{34,5}\\ \hline & & C_{108}\,H_{177}\,N_{12}\,O_{70,5}\end{array}\right.$$

Minder günstig stellen sich schon die Verhältnisse bei dem sauerstoffärmeren Fette. Denn

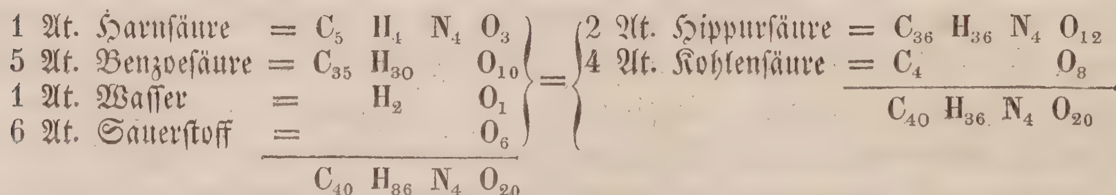


und



563 Durch diese Paradigmen erläutert es sich, weshalb wir bei den Pflanzenfressern in der Regel statt Harnsäure Hippursäure auftreten sehen und aus welchem Grunde die erstere z. B. auch bei Pferden erscheint, sobald sie nicht im Stalle ruhig stehen, sondern arbeiten und auf diese Weise ihren Stoffwechsel erhöhen. Eben so findet sich Hippursäure in dem Harne kleiner Kinder, deren Ammenmilch auf 1,96 bis 4,52 % Käsestoff 3,60 bis 7,00 % Zucker und 0,80 bis 5,40 % Fett enthält (Fr. Simon)[1]. Es scheint mithin, daß, obgleich in jüngeren Lebensjahren relativ mehr Kohlensäure ausgeschieden wird, dennoch carbonreichere Säuren durch den Urin davongehen als in dem ausgebildeten Organismus. Bei dem erwachsenen Menschen erzeugt sich nach dem 14tägigen Genuß von Vegetabilien keine Hippursäure (Lehmann)[2]. Dagegen erscheint diese und zwar an Basen gebunden, sobald man Benzoesäure (oder Zimmetsäure) innerlich genommen hat (Wöhler, Ure). Neben ihr treten zugleich Harnstoff und Harnsäure auf (Keller)[3].

Wir können uns diese Metamorphose auf zweierlei Wegen vorstellen. Entweder nehmen wir an, daß die Benzoesäure einen Theil der sonst sich bildenden Harnsäure (oder des Harnstoffes) in Hippursäure überführe. Wir haben z. B.



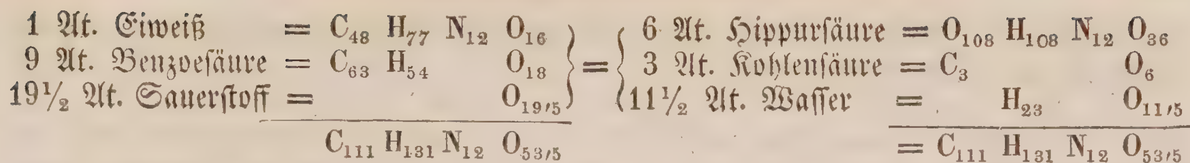
Oder wir denken uns, daß bei der Zersetzung der Proteinkörper des Blutes durch die Anwesenheit der stickstofflosen Benzoesäure von vorn herein statt Harnsäure Hippursäure gebildet wird. Nehmen wir z. B. das Eiweiß zur Grundlage, so können wir combiniren:

---

[1]) Fr. Simon die Frauenmilch nach ihrem chemischen und physiologischen Verhalten dargestellt. Berlin. 1838. S. 8.

[2]) C. G. Lehmann Lehrbuch der physiologischen Chemie. Bd. I. 1842. 8. S. 368.

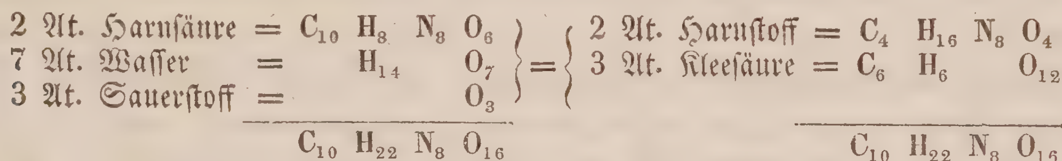
[3]) J. Liebig die organische Chemie in ihrer Anwendung auf Physiologie und Pathologie. Zweite Auflage. Braunschweig. 1843. 8. S. 318—321.



1 At. Eiweiß $= C_{48}\ H_{77}\ N_{12}\ O_{16}$	$=$	6 At. Hippursäure $= O_{108}\ H_{108}\ N_{12}\ O_{36}$
9 At. Benzoesäure $= C_{63}\ H_{54}\ O_{18}$		3 At. Kohlensäure $= C_{3}\ O_{6}$
$19\frac{1}{2}$ At. Sauerstoff $= O_{19/5}$		$11\frac{1}{2}$ At. Wasser $= H_{23}\ O_{11/5}$
$C_{111}\ H_{131}\ N_{12}\ O_{53/5}$		$= C_{111}\ H_{131}\ N_{12}\ O_{53/5}$

Wir haben früher gesehen, daß, wenn aus 1 At. Eiweiß 3 At. Harnsäure, 44 At. Kohlensäure und 42 At. Wasser hervorgehen sollen, hierzu 122 At. Sauerstoff erforderlich sind. Es ergiebt sich hieraus, daß für den Umsatz in Hippursäure unter Anwesenheit von Benzoesäure viel weniger Oxygen nothwendig wird. Wenn aber die Benzoesäure als Mittel gegen die harnsaure Diathese empfohlen worden ist (Ure), so beruht dieses auf der noch unbewiesenen Voraussetzung, daß die Hippursäure nach der ersten Deductionsweise auf Kosten der Harnsäure gebildet werde. Entsteht sie aber aus Harnstoff oder aus den sich zersetzenden Proteinkörpern, so vermag sie nicht, die übermäßige Bildung von Harnsäure zu beschränken, es sei denn, daß im letzteren Falle sehr große Mengen von Benzoesäure, welche nach Art des Amylon wirkten, eingeführt würden.

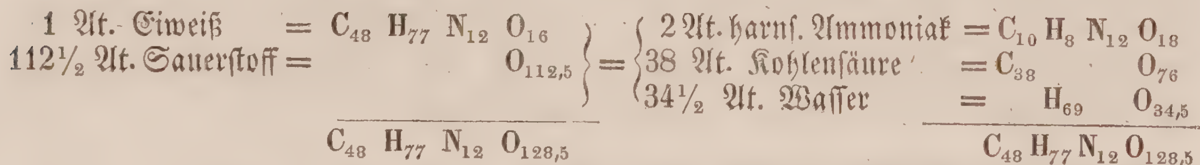
Einige andere Körper, welche krankhafter Weise in dem Urine und der Harnblase erscheinen, lassen sich auf ähnliche Art durch theoretische Hypothesen anschaulich machen. Die Oxalsäure z. B., welche als kleesaurer Kalk in manchen Harnsteinen vorkommt, bildet schon bei unseren künstlichen Versuchen ein Nebenproduct der Umsetzung der Harnsäure durch zugeführten Sauerstoff. Es entstehen dann je nach der Quantität des letzteren Kleesäure und Harnstoff, Oxalsäure und Parabansäure oder Kohlensäure und Harnstoff [1]. Halten wir uns nun an eine nächste theoretische Deduction ohne Berücksichtigung der Zwischenproducte, so können wir uns die Bildung der Kleesäure aus Harnsäure durch Zutritt von Wasser und Sauerstoff folgendermaßen denken:



2 At. Harnsäure $= C_{10}\ H_{8}\ N_{8}\ O_{6}$	$=$	2 At. Harnstoff $= C_{4}\ H_{16}\ N_{8}\ O_{4}$
7 At. Wasser $= H_{14}\ O_{7}$		3 At. Kleesäure $= C_{6}\ H_{6}\ O_{12}$
3 At. Sauerstoff $= O_{3}$		
$C_{10}\ H_{22}\ N_{8}\ O_{16}$		$C_{10}\ H_{22}\ N_{8}\ O_{16}$

Es fragt sich jedoch noch sehr, ob die Kleesäure des krankhaft abgesetzten kleesauren Kalkes auf diesem Wege entstehe oder ob sie nicht unmittelbar durch die Einnahme von einzelnen vegetabilischen Nahrungsmitteln wie z. B. des Sauerklees oder des Sauerampfers eingeführt werde. Der Genuß solcher Speisen wäre hier eben so sehr zu verbieten als der von zu viel stickstoffhaltigen Proteinkörpern bei der harnsauren Diathese.

Das harnsaure Ammoniak, welches wir häufig in dem Urine und den Harnconcrementen antreffen, vermag sich auf sehr verschiedene Art zu erzeugen. Zuvörderst kann es möglicher Weise durch Umsetzung der Proteinkörper des Blutes selbst gebildet werden. Wir haben z. B.



1 At. Eiweiß $= C_{48}\ H_{77}\ N_{12}\ O_{16}$	$=$	2 At. harns. Ammoniak $= C_{10}\ H_{8}\ N_{12}\ O_{18}$
$112\frac{1}{2}$ At. Sauerstoff $= O_{112,5}$		38 At. Kohlensäure $= C_{38}\ O_{76}$
		$34\frac{1}{2}$ At. Wasser $= H_{69}\ O_{34,5}$
$C_{48}\ H_{77}\ N_{12}\ O_{128,5}$		$C_{48}\ H_{77}\ N_{12}\ O_{128,5}$

Eben so erzeugt sich aus dem Harnstoffe kohlensaures Ammoniak (§. 126) und bei disponibler Harnsäure harnsaures Ammoniak.

Die harnige Säure oder das Xanthoxyd ist wahrscheinlich nur eine niedrigere Oxydationsstufe des ideellen Radicales der Harnsäure, da seine Formel $= C_5\ H_4\ N_4\ O_2$ gleicht.

Das Cystin endlich, welches sich durch seinen Schwefelgehalt auszeichnet und $C_6\ H_{12}\ N_2\ O_4\ S_2$ zur Formel hat (Thaulow), erscheint seiner Bildungsart nach noch vollkom-

---

[1]) Liebig a. a. O. S. 125.

men räthselhaft. Möglicher Weise könnte es auch mit seinem Schwefelgehalte aus der Umsetzung von Eiweiß hervorgehen.

Bei dem Eiweißgehalte des Urines scheint der Umsatz in Harnstoff wenigstens zu gewissen Perioden nicht aufgehoben zu sein, da Urée sowohl im Blute (Christison) als im Harne gefunden wird. Dagegen zeigt sich bei diesen übermäßigen Proteinausgaben das theoretisch schon zu erwartende Phänomen, daß die Blutkörperchen und zum Theil der Eiweißgehalt des Serum abnehmen. Ob die Ursache der Albuminabsonderung in einem zu geringen Salzgehalte des Blutes liege (H. Hoffmann)[1], müssen künftige Erfahrungen entscheiden.

Bei der zuckerigen Harnruhr ließe sich die Bildung des Zuckers theoretisch leicht erklären, wenn man annimmt, daß das Amylon, welches sonst unter Zuziehung des Perspirationssauerstoffes zu Kohlensäure und Wasser elementaranalysirt oder auf sonstige Weise umgewandelt wird, durch bloßen Umsatz seiner Elemente in Zucker übergeht. Daher man auch solchen Leidenden stärkmehlhaltige vegetabilische Speisen möglichst entzieht, sie auf Fleischdiät setzt, und ihnen selbst ein rein kleberhaltiges Brot zu geben sucht (Bouchardat). Da aber gleichzeitig in dem diabetischen Urine der Harnstoff zurücktritt, so scheint hier allerdings der gewöhnliche Umsatz der stickstoffhaltigen Proteinkörper gehemmt zu sein.

564 Durch die Perspiration wird fortwährend ein Quantum Kohlensäure und Wasser entleert. Man kann sich vorstellen, daß immer, wenn die Einnahmen oder deren Aequivalente im Blute unter Mitwirkung des Sauerstoffes zersetzt werden, und abgesehen von den Excrementen der Hautabschuppung u. dgl., alle stickstoffhaltigen Elemente in den Urin übergehen, Kohlensäure und Wasser als Nebenproducte für die Perspiration übrig bleiben. Wir sind daher auch im Stande, uns die Sache so zu denken, als bilde sich durch die Abscheidung für den Urin und die Excremente oder die sensiblen Ausleerungen überhaupt eine ideelle stickstofflose organische Verbindung, eine eigene Perspirationsmaterie, welche dann durch den Zutritt von Sauerstoff in Kohlensäure und Wasser zerlegt wird. Natürlicher Weise wird dieser angenommene Perspirationsstoff nach der Verschiedenheit der Einnahmen und der Ernährungszustände wechseln. Allein wenigstens einige der bisher bekannten Untersuchungen führen zu dem eigenthümlichen Resultate, daß, wenn wir die Perspirationsmaterie eines Säugethieres oder eines Menschen, welcher die nöthige Mischung von weniger stickstoffhaltigen und mehr stickstofflosen Speisen als Nahrung erhält, auf eine elementaranalytische Formel reduciren, diese dem Werthe der wasserfreien = ($C_6\ H_8\ O_4$) oder der wässerigen Milchsäure (= $C_6\ H_{10}\ O_5$) mehr oder minder nahe steht. Berechnet man nach den Untersuchungen von Boussingault die Perspirationsmaterie des Pferdes und der milchgebenden Kuh, so erhält man für die erstere $C_{18}\ H_{22}\ O_{10}$ und für die letztere $C_{15}\ H_{20}\ O_{10}$ [2]). Wir haben aber

1 At. Perspirationsmaterie des Pferdes	= $C_{18}\ H_{22}\ O_{10}$	} = {	3 At. Milchsäure = $C_{18}\ H_{24}\ O_{12}$
1 At. Wasser	= $H_2\ O_1$		
1 At. Sauerstoff	= O_1		
	$C_{18}\ H_{24}\ O_{12}$		

[1]) H. Hoffmann das Protein und seine Verbindungen in physiologischer und nosologischer Hinsicht. Gießen. 1842. 8. S. 12.

[2]) Das Nähere über diese Punkte siehe R. Wagner's Handwörterbuch der Physiologie. Bd. I. Braunschweig. 1842. 8. S. 402. 403.

und

1 At. Perspirationsmaterie der Kuh = $C_{15}\ H_{20}\ O_{10}$ = 2½ At. Milchsäure = $C_{15}\ H_{20}\ O_{10}$

Selbst für die oben (§. 539) angeführte hypothetische Einnahme- und Ausgabetabelle meines Körpers gilt etwas Aehnliches [1]). Wir fanden nämlich:

	C.	H.	N.	O.	C.	H.	N.	O.
Einnahme =	—	—	—	—	289,583	42,213	13,239	200,727
Ausgaben durch Urin =	5,363	1,702	12,028	6,907				
Desgl. durch Excremente =	22,620	3,440	1,211	16,149				
Ausgaben durch die sensiblen Ausleerungen =	27,983	5,142	13,239	23,056	27,983	5,142	13,239	23,056
Bleibt Perspirationsmaterie =	—	—	—	—	261,600	37,071	—	177,716

Wir können uns daher die procentige Zusammensetzung der Perspirationsmaterie zu C. 54,918, H. 7,783 und O. 37,299 denken — Zahlen, welche sich eher den analogen Werthen des Pferdes als der milchgebenden Kuh annähern. Eine approximative Formel jener Perspirationsgröße ist $C_6\ H_{10}\ O_3$. Denn diese giebt C. 55,392, H. 7,681 und O. 36,927. Wir haben aber

$$\left.\begin{array}{ll}\text{1 At. Perspirationsmaterie} & = C_6\ H_{10}\ O_3 \\ \text{2 At. Sauerstoff} & = \qquad\quad O_2\end{array}\right\} = \left\{\text{1 At. wässriger Milchsäure} = C_6\ H_{10}\ O_5\right.$$
$$C_6\ H_{10}\ O_5$$

Ob diese Verwandtschaft der Perspirationsmaterie mit der Milchsäure eine Zufälligkeit sei oder mit ferneren Ernährungsgesetzen in Verbindung stehe, müssen zukünftige Erfahrungen entscheiden.

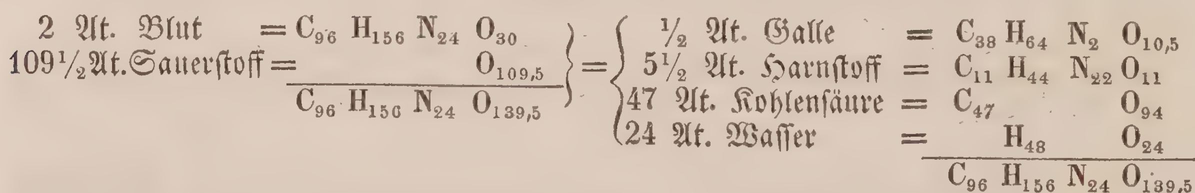
Betrachten wir das Blut als die nächste Quelle der Absonderungs- 565
producte, so wird seine Mischung dergestalt beschaffen sein, daß die eigenthümlichen Verbindungen der Secrete aus ihm oder aus einzelnen Bestandtheilen desselben hervorgehen können. Von diesen kommen aber bis jetzt nur der Harn und die Galle in Betracht, weil ihre eigenthümlichen Substanzen allein elementaranalytischen Prüfungen unterworfen worden sind [1]). Natürlich vermag zunächst nur die Blutflüssigkeit zu diesen Ab-

---

[1]) Natürlicher Weise kann diese theoretische Berechnung noch nicht auf bindende Gültigkeit Anspruch machen. Ich habe sie aber gewählt, weil sie so gestellt ist, daß sie auch, wie wir früher sahen, die Probe mit dem nach dem Diffusionsgesetze bestimmten Sauerstoff aushält. Bei den das Pferd und die Kuh betreffenden Tabellen von Boussingault findet dieses, wie man berechnen kann, nicht Statt.

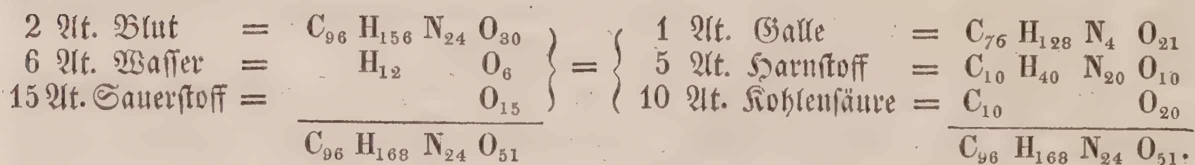
[2]) Kemp hat zwar auch eine Analyse des Schleimes geliefert, nach welcher derselbe $C_{48}\ H_{78}\ N_{12}\ O_{17}$ = 1 Atom Protein + 3 At. Wasser zur Formel haben soll. (Annalen der Chemie und Pharmacie B. XLIII. 1842. 8. S. 115 ff.) Er bediente sich jedoch hierzu der schleimigen Masse, welche durch Abkratzen der Innenfläche der Gallenblase erhalten wird. Da aber hier Gallenstoffe und Epithelialblättchen in grö-

sonderungen zu dienen. Da wir aber deren elementaranalytische Bestandtheile noch nicht kennen, so müssen wir uns in dieser Hinsicht an das Blut im Ganzen halten. Dieses führte (S. 189) C. 54,36, H. 7,59, N. 15,76 und O. 22,29 und hatte zur Formel $C_{48}\, H_{78}\, N_{12}\, O_{15}$. Es versteht sich von selbst, daß sich aus diesem Werthe auf dieselbe Art, wie dieses früher (§. 560) mit dem Eiweiße geschah, Harnstoff, Harnsäure u. dgl. herleiten ließen, wenn man den Stickstoff durch diese Körper deckt und den überschüssigen Kohlenstoff und Wasserstoff mit so viel noch nöthigem Sauerstoff versieht, daß Kohlensäure und Wasser entstehen können. Eine solche Deduction aber würde noch gar Nichts beweisen. Was die Galle betrifft, so führen die Verhältnisse derselben zu einer anderen Schlußfolgerung. Nach Liebig und Kemp besteht der mit Natron verbundene Körper derselben nach Abzug der fixen Bestandtheile aus C. 63,7, H. 8,9, N. 3,9 und O. 23,5. Diese Werthe entsprechen $C_{76}\, H_{128}\, N_4\, O_{21}$. Denn die letztgenannte Formel giebt C. 63,667, H. 8,921, N. 3,955 und O. 23,457. Da nun dieser Gallenkörper auf 1 At. Stickstoff 19 At. Kohlenstoff und 32 At. Wasserstoff führt, das Blut dagegen im Ganzen auf 1 At. Nitrogen nur 4 At. Kohlenstoff und 6½ At. Wasserstoff enthält, so muß bei der Abscheidung des ersteren aus dem letzteren ein stickstoffreicherer und kohlenstoff- und wasserstoffärmerer Körper als Nebenproduct auftreten. Am nächsten liegt es hierbei, an den Harnstoff zu denken, so daß seine Bildung mit der der Galle Hand in Hand ginge. Wir haben z. B. dann:



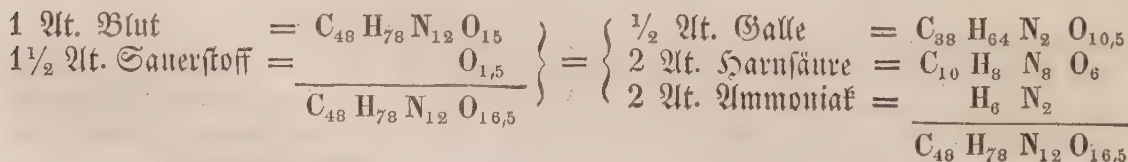
$$\left.\begin{array}{lr} \text{2 At. Blut} = & C_{96}\, H_{156}\, N_{24}\, O_{30} \\ \text{109½ At. Sauerstoff} = & O_{109,5} \\ \hline & C_{96}\, H_{156}\, N_{24}\, O_{139,5} \end{array}\right\} = \left\{\begin{array}{lr} \text{½ At. Galle} = & C_{38}\, H_{64}\, N_2\, O_{10,5} \\ \text{5½ At. Harnstoff} = & C_{11}\, H_{44}\, N_{22}\, O_{11} \\ \text{47 At. Kohlensäure} = & C_{47}\, O_{94} \\ \text{24 At. Wasser} = & H_{48}\, O_{24} \\ \hline & C_{96}\, H_{156}\, N_{24}\, O_{139,5} \end{array}\right.$$

Oder:



$$\left.\begin{array}{lr} \text{2 At. Blut} = & C_{96}\, H_{156}\, N_{24}\, O_{30} \\ \text{6 At. Wasser} = & H_{12}\, O_{6} \\ \text{15 At. Sauerstoff} = & O_{15} \\ \hline & C_{96}\, H_{168}\, N_{24}\, O_{51} \end{array}\right\} = \left\{\begin{array}{lr} \text{1 At. Galle} = & C_{76}\, H_{128}\, N_4\, O_{21} \\ \text{5 At. Harnstoff} = & C_{10}\, H_{40}\, N_{20}\, O_{10} \\ \text{10 At. Kohlensäure} = & C_{10}\, O_{20} \\ \hline & C_{96}\, H_{168}\, N_{24}\, O_{51}. \end{array}\right.$$

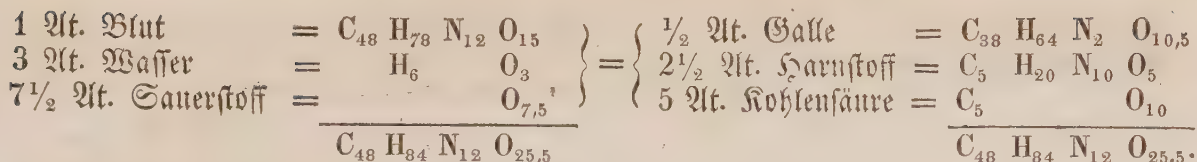
Aehnliche Deductionen lassen sich natürlich mit den Hauptstoffen der Galle, der Choleinsäure und dem Taurin anstellen. Siehe §. 125 bis 127 und J. Liebig a. a. O. S. 122 fgg. Sowohl aus ihnen als aus den Werthen der Galle können Combinationen hergeleitet werden, welche den theoretischen Umsatz des Blutes gut erläutern. Dieses nämlich giebt mit sehr wenig zugefügtem Sauerstoff Galle und harnsaures Ammoniak, mit Wasser und etwas mehr Sauerstoff Galle, Harnstoff und Kohlensäure. Wir haben nämlich:



$$\left.\begin{array}{lr} \text{1 At. Blut} = & C_{48}\, H_{78}\, N_{12}\, O_{15} \\ \text{1½ At. Sauerstoff} = & O_{1,5} \\ \hline & C_{48}\, H_{78}\, N_{12}\, O_{16,5} \end{array}\right\} = \left\{\begin{array}{lr} \text{½ At. Galle} = & C_{38}\, H_{64}\, N_2\, O_{10,5} \\ \text{2 At. Harnsäure} = & C_{10}\, H_8\, N_8\, O_6 \\ \text{2 At. Ammoniak} = & H_6\, N_2 \\ \hline & C_{48}\, H_{78}\, N_{12}\, O_{16,5} \end{array}\right.$$

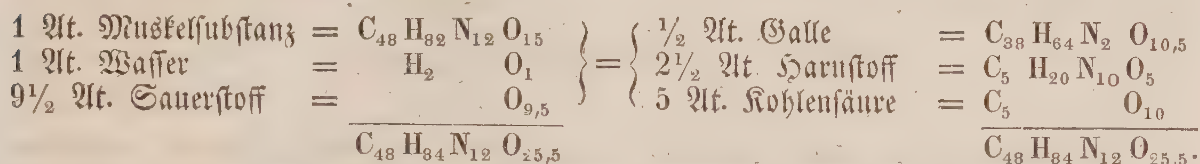
und ferner:

ßerer Menge beigemischt sind, so kann diese Substanz nicht als reiner Schleim angesehen werden.



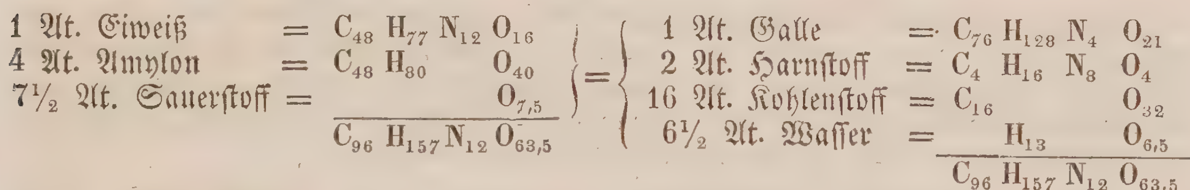
$$\left.\begin{array}{lll} 1\ \text{At. Blut} & = & C_{48}\,H_{78}\,N_{12}\,O_{15} \\ 3\ \text{At. Wasser} & = & H_{6}\,O_{3} \\ 7\tfrac{1}{2}\ \text{At. Sauerstoff} & = & O_{7,5} \\ \hline & & C_{48}\,H_{84}\,N_{12}\,O_{25,5} \end{array}\right\} = \left\{\begin{array}{lll} \tfrac{1}{2}\ \text{At. Galle} & = & C_{38}\,H_{64}\,N_{2}\,O_{10,5} \\ 2\tfrac{1}{2}\ \text{At. Harnstoff} & = & C_{5}\,H_{20}\,N_{10}\,O_{5} \\ 5\ \text{At. Kohlensäure} & = & C_{5}\,O_{10} \\ \hline & & C_{48}\,H_{84}\,N_{12}\,O_{25,5}. \end{array}\right.$$

Noch unmittelbarer gestaltet sich die letztere Zersetzungsart, wenn wir uns vorstellen, daß z. B. bei Hungernden die Masse der Muskelsubstanz zur Erzeugung der genannten Producte dient. Es zeigt sich nämlich:



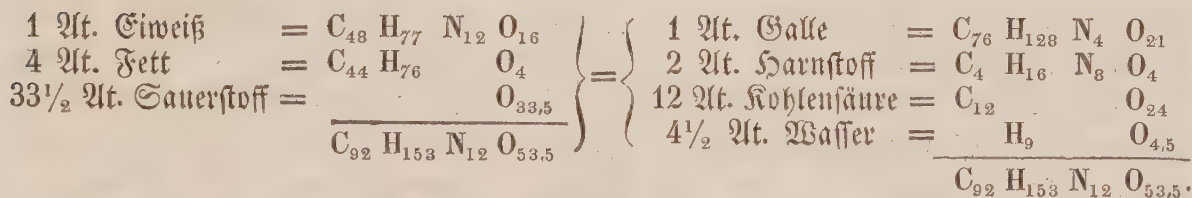
$$\left.\begin{array}{lll} 1\ \text{At. Muskelsubstanz} & = & C_{48}\,H_{82}\,N_{12}\,O_{15} \\ 1\ \text{At. Wasser} & = & H_{2}\,O_{1} \\ 9\tfrac{1}{2}\ \text{At. Sauerstoff} & = & O_{9,5} \\ \hline & & C_{48}\,H_{84}\,N_{12}\,O_{25,5} \end{array}\right\} = \left\{\begin{array}{lll} \tfrac{1}{2}\ \text{At. Galle} & = & C_{38}\,H_{64}\,N_{2}\,O_{10,5} \\ 2\tfrac{1}{2}\ \text{At. Harnstoff} & = & C_{5}\,H_{20}\,N_{10}\,O_{5} \\ 5\ \text{At. Kohlensäure} & = & C_{5}\,O_{10} \\ \hline & & C_{48}\,H_{84}\,N_{12}\,O_{25,5}. \end{array}\right.$$

Da die Galle für dieselben Atome Stickstoff 38 Mal so viel Atome Kohlenstoff und 17 Mal so viel Wasserstoffatome enthält, so läßt sich, wenn man sich nur an die elementaranalytischen Formeln hält, erwarten, daß, wie stickstoffreiche Nahrung die Menge des Harnstoffes vermehrt, so stickstofflose Speisen das Quantum der Galle vergrößern werden. Die letztere führt zugleich relativ 10½ Mal so viel Sauerstoffatome, und es werden daher die Combinationen mit Amylon weniger Oxygen erfordern als die mit Fett. Wir haben z. B.



$$\left.\begin{array}{lll} 1\ \text{At. Eiweiß} & = & C_{48}\,H_{77}\,N_{12}\,O_{16} \\ 4\ \text{At. Amylon} & = & C_{48}\,H_{80}\,O_{40} \\ 7\tfrac{1}{2}\ \text{At. Sauerstoff} & = & O_{7,5} \\ \hline & & C_{96}\,H_{157}\,N_{12}\,O_{63,5} \end{array}\right\} = \left\{\begin{array}{lll} 1\ \text{At. Galle} & = & C_{76}\,H_{128}\,N_{4}\,O_{21} \\ 2\ \text{At. Harnstoff} & = & C_{4}\,H_{16}\,N_{8}\,O_{4} \\ 16\ \text{At. Kohlenstoff} & = & C_{16}\,O_{32} \\ 6\tfrac{1}{2}\ \text{At. Wasser} & = & H_{13}\,O_{6,5} \\ \hline & & C_{96}\,H_{157}\,N_{12}\,O_{63,5} \end{array}\right.$$

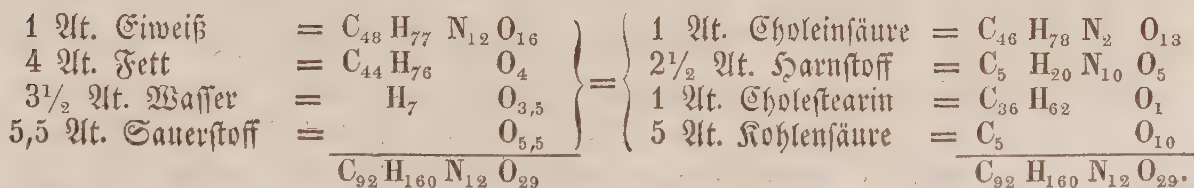
Dagegen



$$\left.\begin{array}{lll} 1\ \text{At. Eiweiß} & = & C_{48}\,H_{77}\,N_{12}\,O_{16} \\ 4\ \text{At. Fett} & = & C_{44}\,H_{76}\,O_{4} \\ 33\tfrac{1}{2}\ \text{At. Sauerstoff} & = & O_{33,5} \\ \hline & & C_{92}\,H_{153}\,N_{12}\,O_{53,5} \end{array}\right\} = \left\{\begin{array}{lll} 1\ \text{At. Galle} & = & C_{76}\,H_{128}\,N_{4}\,O_{21} \\ 2\ \text{At. Harnstoff} & = & C_{4}\,H_{16}\,N_{8}\,O_{4} \\ 12\ \text{At. Kohlensäure} & = & C_{12}\,O_{24} \\ 4\tfrac{1}{2}\ \text{At. Wasser} & = & H_{9}\,O_{4,5} \\ \hline & & C_{92}\,H_{153}\,N_{12}\,O_{53,5}. \end{array}\right.$$

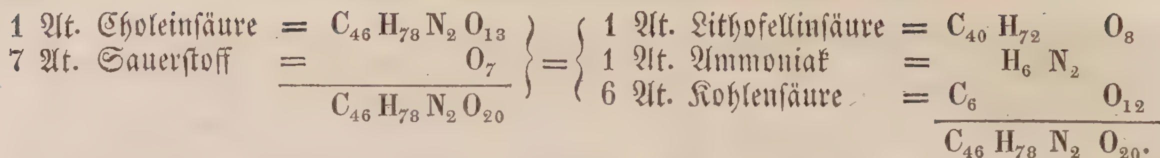
Für diese Annahme, daß eine größere Menge stickstofffreier Nahrung die Quantität der Galle erhöhe, kann die Thatsache in Anspruch genommen werden, daß wenigstens bei vielen Pflanzenfressern die Leber größer sei als bei Fleischfressern. Allein daß überhaupt das Amylon eine solche Zersetzung in unserem Körper erleiden könne, daß es in die Constitution der Galle einzugehen im Stande ist, muß erst noch durch directe Thatsachen bewiesen werden. Eher ließe sich dieses vom Fette denken. Dann würde der reichliche Genuß dieser Substanz, verbunden mit einer mäßig großen Sauerstoffeinnahme, die Gallenmenge vermehren. Auch über diesen Punkt fehlen aber noch directe Erfahrungen.

Das Cholestearin, welches sich, abgesehen von seiner Nichtverseifung, durch seine Armuth an Sauerstoff selbst vor dem gewöhnlichen Fette auszeichnet (die Formel des letzteren ist $C_{11}\,H_{19}\,O_{1}$, die des ersteren dagegen $C_{36}\,H_{62}\,O_{1}$), kann möglicher Weise ebenfalls als Nebenproduct des Umsatzes von Eiweiß, Fett und Wasser unter Mitwirkung des Sauerstoffes entstehen. Führen wir die Choleinsäure in die Rechnung ein, so können wir z. B. combiniren:



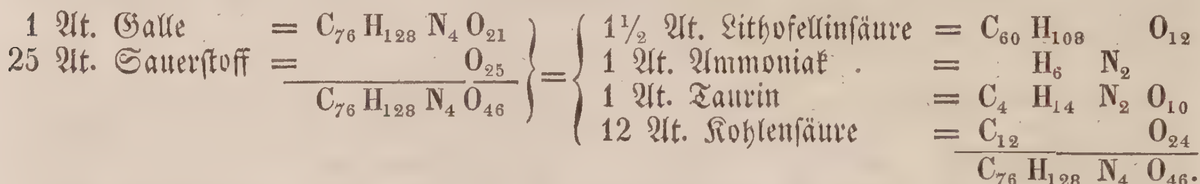
$$\left.\begin{array}{lll} 1\ \text{At. Eiweiß} & = & C_{48}\,H_{77}\,N_{12}\,O_{16} \\ 4\ \text{At. Fett} & = & C_{44}\,H_{76}\,O_{4} \\ 3\tfrac{1}{2}\ \text{At. Wasser} & = & H_{7}\,O_{3,5} \\ 5{,}5\ \text{At. Sauerstoff} & = & O_{5,5} \\ \hline & & C_{92}\,H_{160}\,N_{12}\,O_{29} \end{array}\right\} = \left\{\begin{array}{lll} 1\ \text{At. Choleinsäure} & = & C_{46}\,H_{78}\,N_{2}\,O_{13} \\ 2\tfrac{1}{2}\ \text{At. Harnstoff} & = & C_{5}\,H_{20}\,N_{10}\,O_{5} \\ 1\ \text{At. Cholestearin} & = & C_{36}\,H_{62}\,O_{1} \\ 5\ \text{At. Kohlensäure} & = & C_{5}\,O_{10} \\ \hline & & C_{92}\,H_{160}\,N_{12}\,O_{29}. \end{array}\right.$$

Auf gleiche Weise läßt sich theoretisch vorstellen, daß die Lithofellinsäure, der eigenthümliche Bestandtheil der im Darme der Antilopen vorkommenden Bezoare durch Vermittelung des Sauerstoffes und Umsatz der Choleinsäure, welche als Nebenproduct Ammoniak und Kohlensäure erzeugt, gebildet werde. Wir haben z. B.



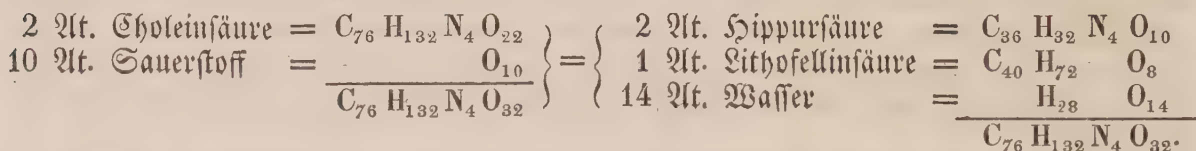
1 At. Choleinsäure = $C_{46}\,H_{78}\,N_2\,O_{13}$
7 At. Sauerstoff = O_7
$C_{46}\,H_{78}\,N_2\,O_{20}$
= 1 At. Lithofellinsäure = $C_{40}\,H_{72}\,O_8$
1 At. Ammoniak = $H_6\,N_2$
6 At. Kohlensäure = $C_6\,O_{12}$
$C_{46}\,H_{78}\,N_2\,O_{20}$.

Oder wenn wir die Galle selbst in Rechnung bringen und bedenken, daß sie im Darme durch Zersetzung als Nebenproducte Taurin und Ammoniak bildet:



1 At. Galle = $C_{76}\,H_{128}\,N_4\,O_{21}$
25 At. Sauerstoff = O_{25}
$C_{76}\,H_{128}\,N_4\,O_{46}$
= $1\frac{1}{2}$ At. Lithofellinsäure = $C_{60}\,H_{108}\,O_{12}$
1 At. Ammoniak = $H_6\,N_2$
1 At. Taurin = $C_4\,H_{14}\,N_2\,O_{10}$
12 At. Kohlensäure = $C_{12}\,O_{24}$
$C_{76}\,H_{128}\,N_4\,O_{46}$.

In Berücksichtigung dessen, daß die Lithofellinsäure bei Pflanzenfressern vorkommt und daß in dem Urine dieser Thiere Hippursäure existirt, versuchte Liebig[1]) mit Zugrundlegung seiner Formeln der Choleinsäure = $C_{38}\,H_{66}\,N_2\,O_{11}$ und der Hippursäure = $C_{18}\,H_{16}\,N_2\,O_5$ folgende Deduction:



2 At. Choleinsäure = $C_{76}\,H_{132}\,N_4\,O_{22}$
10 At. Sauerstoff = O_{10}
$C_{76}\,H_{132}\,N_4\,O_{32}$
= 2 At. Hippursäure = $C_{36}\,H_{32}\,N_4\,O_{10}$
1 At. Lithofellinsäure = $C_{40}\,H_{72}\,O_8$
14 At. Wasser = $H_{28}\,O_{14}$
$C_{76}\,H_{132}\,N_4\,O_{32}$.

Schon die Möglichkeit so vieler Paradigmen zeigt, daß es immer der erfahrungsmäßigen Beweise bedarf, welches der Beispiele den Verhältnissen und Anziehungskräften entspricht. Der nächste Schritt, diese Ansicht zu begründen, bestände in dem Gelingen, auf künstlichem Wege Blut oder eine entsprechende Mischung von Nahrungssubstanzen in die eigenthümlichen Stoffe der Galle und des Harnes umzusetzen.

566 Mit den sensiblen Ausleerungen entfernen wir täglich eine Reihe unorganischer Verbindungen, welche wir theils unmittelbar, theils in ihren Grundstoffen durch die Einnahmen decken müssen. In der Asche der Excremente führen wir Chlornatrium, aus organischen Verbindungen entstandenes kohlensaures Natron, schwefelsaures Natron, phosphorsaure Kalk- und Talkerde, in der des Urines organischsaure oder kohlensaure Verbindungen, schwefelsaures Kali und Natron, phosphorsaures Natron, zweifach phosphorsaures Ammoniak, Chlornatrium, Chlorammonium, phosphorsaure Kalk- und Talkerde nebst Kieselsäure ab (Berzelius). Die Hautabschuppung (wenigstens des Pferdes) enthält Kohlensäure, Kalkerde, Thonerde und Eisen- und Manganoxyd (Brunner). Am Pferde angestellte vergleichende Untersuchungen der Aschen der Einnahmen und der Ausgaben lehrten, daß die Grundstoffe der ersteren die der letzteren vollkommen decken und bestätigten den Satz, daß dem erwachsenen Organismus die Fähigkeit nicht zukomme, irgend ein einfaches chemisches Element zu erzeugen. In Betreff der einzelnen Körper ergaben sich folgende Momente.

1) Von der vorzüglich durch pflanzliche Nahrung empfangenen Kieselsäure geht ihrer schweren Bearbeitung wegen der größte Theil durch den Darm und wird mit den Excrementen entfernt. Ja wenn sogar ein Quantum dieser Säure als Silicat eingeführt worden, kann in den Excrementen eine größere Menge ungebundener Kieselsäure auftreten, indem die alkalische Basis derselben während des Verdauungsactes anderweitig verwendet

---

[1]) J. Liebig a. a. O. S. 141.

worden. In jedem Falle wird nur eine sehr kleine Quantität und zwar wahrscheinlich von Silicaten in das Blut aufgenommen und tritt später in einzelne Absonderungsproducte, wie z. B. den Speichel, oder in Festgebilde, wie z. B. die Haare und die Oberhautzellen, vorzüglich aber in den Harn über, um mit diesem entfernt zu werden.

2) Die Schwefelsäure erscheint in größerer Menge in dem Harne als in dem Stuhle und zeigt sich bisweilen absolut größer als in den Nahrungsmitteln. Dieses rührt davon her, daß sie nicht bloß aus eingeführter Schwefelsäure, sondern auch wahrscheinlich durch Oxydation von Schwefel (der Proteinverbindungen?) oder Schwefelalkalien mittelst des Sauerstoffes des Blutes entstehen kann. Es erzeugen sich dann oft schwefelsaure Alkalien, welche bei ihrer leichten Löslichkeit in Wasser durch den Urin abgeführt werden. Bildet sich schwefelsaure Kalkerde, so ist dieses schon weniger möglich. Auf die eigenthümlichen Verhältnisse der schwefelsauren Magnesia werden wir sogleich zurückkommen. Außerdem kann auch der frische Harn Schwefelalkalien führen.

3) Von der Phosphorsäure gilt das Analoge wie von der Schwefelsäure. Auch sie kann nicht bloß durch die eingeführte Phosphorsäure, sondern auch durch höhere Oxydation von Phosphor möglicher Weise bedingt werden. Die phosphorsauren Alkalien werden durch den Urin, die phosphorsauren Erden durch diesen, in noch höherem Maaße aber durch die Excremente abgeführt.

4) Die Chlorverbindungen treten bei ihrer leichten Löslichkeit in Wasser zum größten Theile durch den Harn wiederum aus. Von ihnen wie von den übrigen in Wasser leicht löslichen Salzen kann jedoch auch eine kleine Menge durch den Schweiß, die Hautabschuppung und eine bedeutendere noch durch die Excremente abgehen.

5) Unter den Basen bildet die Kalkerde den wichtigsten Factor. In reichlicher Quantität vorzüglich als kohlensaurer und phosphorsaurer Kalk eingeführt, wird sie durch die Darmsäfte löslich gemacht und gelangt von da in das Blut. Daher auch in den Excrementen eine relativ geringere Menge derselben auftritt und dasjenige Quantum, welches die Säfte unseres Körpers durchläuft, immer relativ sehr bedeutend ist. In der That enthalten auch fast alle, wo nicht die sämmtlichen Gebilde unseres Körpers Kalkverbindungen. Bei Pflanzen- wie bei Fleischnahrung gehen immer phosphorsaure und (organischsaure oder kohlensaure?) Kalkerdensalze durch den Harn davon. In dem sauren Harn der Fleischfresser bleiben sie aufgelöst, in dem alkalischen des Pferdes und des Esels erscheinen sie in den dem Urine mechanisch beigemengten krystallinischen Kugeln.

6) Die Talkerde bietet in mancher Hinsicht sehr eigenthümliche Verhältnisse dar. Wenn nämlich selbst durch die Nahrung in Proportion zum Kalk viel Talk eingeführt wird, so tritt unverhältnißmäßig viel Kalk und wenig Magnesia durch den Urin hervor, so daß in dieser Beziehung ein relativer Talkerdeüberschuß für die Excremente übrig bleibt. Die Asche des menschlichen Kothes enthält ungefähr 25% Knochenerde und 12½% Talkerde. Noch größer wird das Mißverhältniß bei den Pflanzenfressern,

welche, wie z. B. das Pferd durch seinen Hafer, mehr phosphorsaure Talkerde einführen. Hier betrug z. B. in einem Falle

Producte.	Procentige Menge		Verhältniß der Procente der Kalkerde zu denen der Magnesia.
	Kalk.	Talk.	
Nahrung	20,47	3,16	1 : 0,154
Urin	18,26	0,99	1 : 0,054
Excremente	11,72	4,46	1 : 0,380

Dieses Vorherrschen der phosphorsauren Bittererde in den Residuen der Speisen, welches vorzüglich bei Pflanzenfressern Statt findet, bedingt alsdann, daß sich leicht das durch den Zersetzungsproceß der excrementiellen Stoffe frei werdende Ammoniak mit jenem Salze verbindet und daß auf diese Art Darmconcremente entstehen, welche vorherrschend aus phosphorsaurer Ammoniak-Magnesia zusammengesetzt sind. Diese Eigenthümlichkeit der Talkerde ist um so merkwürdiger, als viele Salze derselben, wie die schwefelsaure Magnesia, das Chlormagnesium in Wasser leicht löslich sind. Es parallelisirt sich dieses mit der Erscheinung, daß ein Hund, welcher Knochen gefressen hat, den Leim auszieht und den größten Theil der phosphorsauren Kalkerde mit den Excrementen von sich giebt.

7) Die Alkalien bedürfen noch am meisten einer Specialbestimmung bei diesen Vergleichungen der Einnahmen und Ausgaben. Da die meisten alkalischen Salzverbindungen, wie sie in den Körper gelangen, in Wasser leicht löslich sind, so gehen sie auch wiederum zu einem sehr großen Theile durch den Urin davon. Daß einzelne von ihnen hierbei zersetzt werden, ist nicht unwahrscheinlich. Die Umwandlung der pflanzensauren Salze in kohlensaure wurde schon §. 506 erwähnt. Endlich

8) Unterliegt es kaum einem Zweifel, daß andere Elemente, welche nur in sehr geringen Mengen im Organismus vorkommen und durch Finalausgaben entfernt werden, wie z. B. das Eisen, Mangan und zum Theil das Fluor, leicht in hinreichender Quantität durch die Einnahmen gedeckt werden.

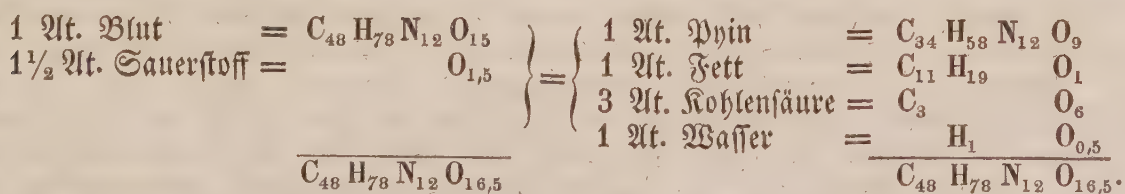
Natürlicher Weise werden die zwei Verbindungen, welche am stärksten in das Blut übergehen, nämlich das Chlornatrium und die phosphorsaure Kalkerde, auch am leichtesten in übergroßer Menge angehäuft und an unrechten Orten abgelagert werden. Das Chlornatrium wird bei seiner leichten Löslichkeit in Wasser am ehesten durch den Urin wieder davongehen können. Nichts desto weniger spielt es, wie wir bald sehen werden, bei den Ernährungsausgaben eine wesentliche Rolle. Ob aber auch z. B. das harnsaure Natron der Gichtconcremente, der Steine von ihm herrühren, steht dahin. Die phosphorsaure Kalkerde wird sich noch eher im Urin oder anderswo absetzen können. Daher sich auch bei alkalischem oder nicht hinreichend saurem Harn Steine mit basisch phosphorsaurer Kalkerde bilden. Neutraler phosphorsaurer Kalk wurde hier nur in einem Falle von Wollaston beobachtet.

567 Die Ernährungsausgaben bestehen zunächst in der Ausschwitzung der Ernährungsflüssigkeit, aus welcher dann durch fernere Metamorphosen die Verbindungen der wiederherzustellenden oder neu zu erzeugenden Ge-

webe hervorgehen. Dieses Fluidum wird mehr oder minder die Bestandtheile der Blutflüssigkeit, d. h. Faserstoff, Eiweiß, aufgelöste Fette und Salze enthalten und auf diese Art das Material zu dem Aufbau eines jeglichen Gewebtheiles liefern können. Je mehr Stoffe aber auf diesem Wege austreten, um so weniger wird für die Finalausgaben übrig bleiben. Erhalten sich diese auf der normalen Stufe, oder sind sie sogar noch vergrößert, so kann die vermehrte Ernährung an einer Stelle nur auf Kosten anderer Körpertheile erfolgen. Ein Organ wird hypertrophisch, während die anderen abzehren.

Im gesunden Zustande wird die Ernährungsflüssigkeit weder in zu reichlicher Menge ausschwitzen, noch zu viel Wasser, Blutfarbestoff, Fett u. dgl. führen. Unter krankhaften Verhältnissen können jedoch andere Momente auftreten. Es vermag sich das Ernährungsfluidum in zu großer Menge anzuhäufen und zum Exsudate zu werden. Dieses kann in den inneren Höhlen, vorzüglich der serösen Häute oder zwischen den Gewebtheilen erscheinen. Alle Krankheiten, in welchen der Wassergehalt des Blutes, wie in der Bleichsucht, der eigenthümlichen Wassersucht, in vielen Fällen von Albuminurie, die normalen Grenzen überschreitet, führen, wenn sie nicht geheilt werden, als nothwendige Folge eine solche Ausschwitzung eines zu wässerigen Ernährungsfluidum nach sich. Diese Flüssigkeiten (vgl. §. 472) haben entweder ungefähr den Wassergehalt des normalen Serum oder erscheinen noch bedeutend verdünnter. Ihre Eiweißmengen sind bald geringer, bald größer. Ihr Fibrin erscheint in der Regel, wenn es vorhanden ist, in der Form fester niedergeschlagener Körperchen. Ihr Fett kommt bisweilen dem des Serum gleich oder steht unter diesem, oder es scheiden sich selbst Fetttropfen mechanisch aus. Bei großer Verdünnung des Blutes, wo mehr Farbestoff aufgelöst ist, wird das Exsudat mehr oder minder gelb.

Durch zu starken Herzdruck, bei zu bedeutender Porosität der Gefäße und gewöhnlicher Concentration des Blutes wird als Exsudat ein Ernährungsfluidum ausschwitzen, welches an gerinnbaren Proteinstoffen reicher ist und daher seine Organisation als Exsudatmassen leichter beginnt. Erst in allerneuester Zeit hat man zum Theil angefangen, die chemischen Veränderungen, welche solche feste nach und nach sich umändernde Exsudatgebilde erleiden, genauer zu verfolgen. Die sogenannte plastische Lymphe, wie sie z. B. in Folge von Unterleibsentzündungen des Wochenbettes auftritt, stimmt zwar elementaranalytisch mit dem Faserstoffe überein. Sie charakterisirt sich jedoch von der in wahren Entzündungen ausschwitzenden Fibrine durch ihre Löslichkeit in Mittelsalzen (Scherer)[1] und erinnert auf diese Art an den Unterschied des arteriellen und venösen Faserstoffes (§. 554). Sobald sich Eiterkörperchen hervorbilden, entstehen fernere Umsetzungen, und es erscheinen hierbei außer Fett und Extractivstoffen eine dem Pyin verwandte und eine dem Casein analoge Materie, welche überhaupt in vielen solchen specifischen Exsudaten wiederkehren. Für den dem Pyin ähnlichen Stoff fand Scherer[2]) in einer ersten Analyse den Werth $C_{34}H_{58}N_{12}O_9$. Diese Formel läßt sich sehr einfach mit Nebenbildung von Fett, Kohlensäure und Wasser aus Blut und Sauerstoff theoretisch herleiten. Wir haben nämlich:



$$\left.\begin{array}{lll} 1 \text{ At. Blut} & = & C_{48}H_{78}N_{12}O_{15} \\ 1\tfrac{1}{2} \text{ At. Sauerstoff} & = & O_{1,5} \\ \hline & & C_{48}H_{78}N_{12}O_{16,5} \end{array}\right\} = \left\{\begin{array}{lll} 1 \text{ At. Pyin} & = & C_{34}H_{58}N_{12}O_9 \\ 1 \text{ At. Fett} & = & C_{11}H_{19}O_1 \\ 3 \text{ At. Kohlensäure} & = & C_3O_6 \\ 1 \text{ At. Wasser} & = & H_1O_{0,5} \\ \hline & & C_{48}H_{78}N_{12}O_{16,5}. \end{array}\right.$$

Bei einer zweiten Reindarstellung des Pyin aus Eiter eines entzündlichen Kropfes aber[3]) erschienen andere Verhältnisse. Es fanden sich nämlich C. 54,856 H. 7,257 N.

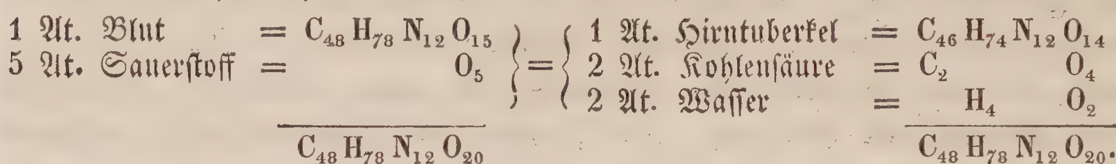
---

[1]) I. I. Scherer chemische und mikroskopische Untersuchungen zur Pathologie, angestellt an den Kliniken des Julius-Spitals in Würzburg. Heidelberg. 1843. 8. S. 187.

[2]) a. a. O. S. 191. [3]) a. a. O. S. 232.

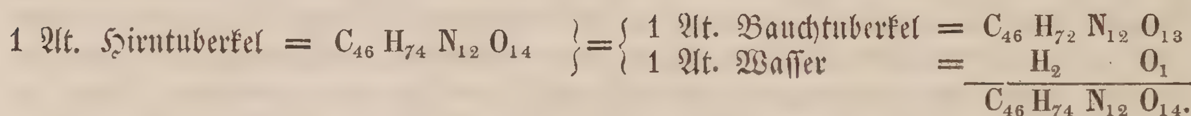
15,339 und O. 22,548. Dieses giebt $C_{51} H_{81} N_{12} O_{16}$ (= C. 54,7 H. 7,2 N. 15,2 und O. 22,9).

Glücklicher fielen die Resultate der Untersuchung der gereinigten Tuberkelmassen aus. Der nach der Extraction mit Wasser, Salpeterlösung, Alkohol und Aether übrig bleibende Rückstand einer tuberkelartigen Ablagerung im Gehirn entsprach [1] $C_{46} H_{78} N_{12} O_{14}$. Man hat daher:



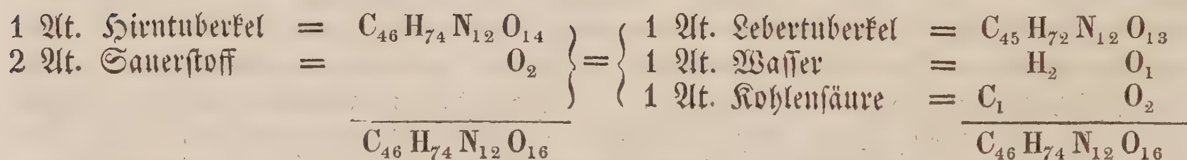
$$\left.\begin{array}{ll}\text{1 At. Blut} & = C_{48} H_{78} N_{12} O_{15} \\ \text{5 At. Sauerstoff} & = O_5 \\ \hline & C_{48} H_{78} N_{12} O_{20}\end{array}\right\} = \left\{\begin{array}{ll}\text{1 At. Hirntuberkel} & = C_{46} H_{74} N_{12} O_{14} \\ \text{2 At. Kohlensäure} & = C_2 O_4 \\ \text{2 At. Wasser} & = H_4 O_2 \\ \hline & C_{48} H_{78} N_{12} O_{20}.\end{array}\right.$$

Gereinigte Tuberkelablagerungen aus der Bauchhöhle eines 23jährigen Mannes lieferten [2] $C_{46} H_{72} N_{12} O_{13}$. Eine ähnliche Zusammensetzung zeigte die plastische Exsudatmasse, welche der Leber derselben Leiche anhaftete. Tuberkeln der Leber einer 67jährigen Frau führten [3] zu $C_{45} H_{72} N_{12} O_{13}$, mithin 1 At. Kohlenstoff weniger als die vorigen Bauchtuberkeln. Rohe Tuberkelmasse der Lungen endlich besaßen [4] $C_{43} H_{70} N_{12} O_{13}$. Es läßt daher deduciren:



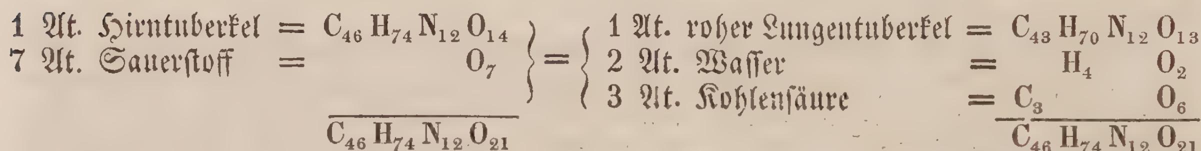
$$\text{1 At. Hirntuberkel} = C_{46} H_{74} N_{12} O_{14} \; \Big\} = \left\{\begin{array}{ll}\text{1 At. Bauchtuberkel} & = C_{46} H_{72} N_{12} O_{13} \\ \text{1 At. Wasser} & = H_2 O_1 \\ \hline & C_{46} H_{74} N_{12} O_{14}.\end{array}\right.$$

Ferner



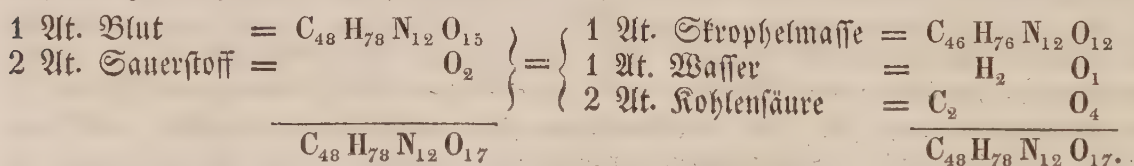
$$\left.\begin{array}{ll}\text{1 At. Hirntuberkel} & = C_{46} H_{74} N_{12} O_{14} \\ \text{2 At. Sauerstoff} & = O_2 \\ \hline & C_{46} H_{74} N_{12} O_{16}\end{array}\right\} = \left\{\begin{array}{ll}\text{1 At. Lebertuberkel} & = C_{45} H_{72} N_{12} O_{13} \\ \text{1 At. Wasser} & = H_2 O_1 \\ \text{1 At. Kohlensäure} & = C_1 O_2 \\ \hline & C_{46} H_{74} N_{12} O_{16}\end{array}\right.$$

und



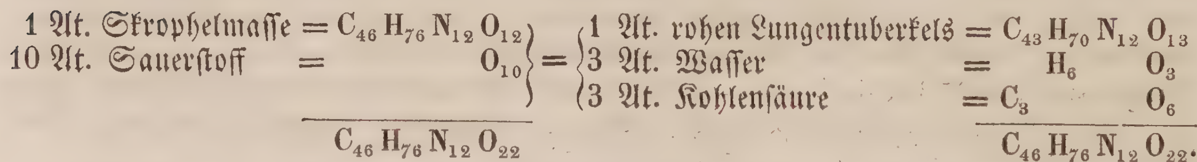
$$\left.\begin{array}{ll}\text{1 At. Hirntuberkel} & = C_{46} H_{74} N_{12} O_{14} \\ \text{7 At. Sauerstoff} & = O_7 \\ \hline & C_{46} H_{74} N_{12} O_{21}\end{array}\right\} = \left\{\begin{array}{ll}\text{1 At. roher Lungentuberkel} & = C_{43} H_{70} N_{12} O_{13} \\ \text{2 At. Wasser} & = H_4 O_2 \\ \text{3 At. Kohlensäure} & = C_3 O_6 \\ \hline & C_{46} H_{74} N_{12} O_{21}\end{array}\right.$$

Skropheldrüsen aus dem Unterleibe eines Kindes hatten [5] $C_{46} H_{76} N_{12} O_{12}$. Dieses entspricht z. B.



$$\left.\begin{array}{ll}\text{1 At. Blut} & = C_{48} H_{78} N_{12} O_{15} \\ \text{2 At. Sauerstoff} & = O_2 \\ \hline & C_{48} H_{78} N_{12} O_{17}\end{array}\right\} = \left\{\begin{array}{ll}\text{1 At. Skrophelmasse} & = C_{46} H_{76} N_{12} O_{12} \\ \text{1 At. Wasser} & = H_2 O_1 \\ \text{2 At. Kohlensäure} & = C_2 O_4 \\ \hline & C_{48} H_{78} N_{12} O_{17}.\end{array}\right.$$

Oder



$$\left.\begin{array}{ll}\text{1 At. Skrophelmasse} & = C_{46} H_{76} N_{12} O_{12} \\ \text{10 At. Sauerstoff} & = O_{10} \\ \hline & C_{46} H_{76} N_{12} O_{22}\end{array}\right\} = \left\{\begin{array}{ll}\text{1 At. rohen Lungentuberkels} & = C_{43} H_{70} N_{12} O_{13} \\ \text{3 At. Wasser} & = H_6 O_3 \\ \text{3 At. Kohlensäure} & = C_3 O_6 \\ \hline & C_{46} H_{76} N_{12} O_{22}.\end{array}\right.$$

Wir können uns daher nach diesem letzteren Paradigma möglicher Weise vorstellen, daß sich die rohen Tuberkeln durch eine theilweise Verbrennung der Skrophelmasse bilden. Wenn aber zur Erläuterung dieser Hypothese angeführt wurde, daß sich mit Zunahme des Alters auch die Menge der ausgeschiedenen Kohlensäure und des Wassers vergrößere [6], so dürfen wir dabei nicht außer Acht lassen, daß die Vermehrung nur die absoluten Werthe betrifft, daß die relativen dagegen im Kindesalter bedeutender als im Erwachsenen ausfallen (§. 434).

Die gereinigte Grundmasse eines Skirrhus des Hodens endlich ergab [7] $C_{48} H_{80} N_{14} O_{15}$. Dieses ist = 1 At. Protein (= $C_{48} H_{72} N_{12} O_{14}$) + 1 At. Ammoniak (=

---

[1] a. a. O. S. 206. [2] a. a. O. S. 212. [3] a. a. O. S. 218.
[4] a. a. O. S. 292. [5] a. a. O. S. 201. [6] **Scherer** a. a. O. S. 229.
[7] a. a. O. S. 226.

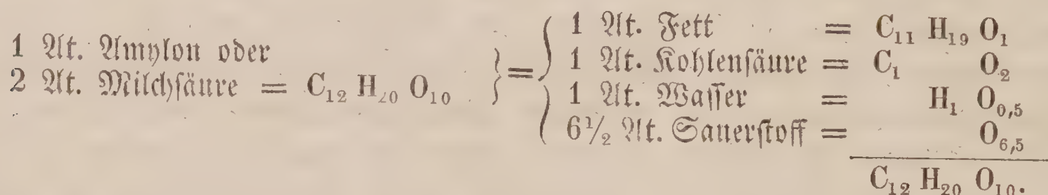
H_6 N_2) + 1 At. Wasser (= H_2O_1). In einzelnen Hohlräumen des skirrhösen Hodens fand sich eine gelbliche Masse, welche $C_{46}H_{76}N_{12}O_{15}$ zeigte. Sie enthielt also 1 At. Wasser mehr als der Hirntuberkel und übertraf den Bauchtuberkel um zwei Wasseratome.

Unter den variablen Bestandtheilen, welche durch den Ernährungs- 568
proceß in der Form von Geweben ausgeschieden werden, nimmt das **Fett** den ersten Platz ein. Die stickstoffhaltigen Bestandtheile haben ihren natürlichen Abführungscanal durch die eigenthümlichen organischen Stoffe des Harnes. Allein wenn hier aller Stickstoff gedeckt wird, bleiben noch andere kohlen- und wasserstoffreiche Verbindungen, welche abgesehen von den Excrementen nur durch die Perspiration als Kohlensäure und Wasser entfernt werden können. Der letztere Weg erscheint als der Hauptausführungsgang für die stickstofflosen Körper. Er erfordert jedoch den Zutritt von Oxygen. Da nun gerade dieses in den Oelen und Fetten in unverhältnißmäßig geringer Menge vorhanden ist, so wird hier leicht, wenn die Quantität des Eingeführten zu groß ist, der Fall eintreten, daß die Elementaranalyse nicht vor sich gehen kann. Diese wird bei dem Stärkmehl und denjenigen stickstofflosen Verbindungen, in welchen halb so viele Sauerstoff- als Wasserstoffatome enthalten sind, leichter von Statten gehen können. 100 Grm. Fett z. B. führen 79,000 Grm. Kohlenstoff, 11,416 Grm. Wasserstoff und 9,584 Grm. Sauerstoff. Um Kohlensäure und Wasser zu bilden, sind dann noch 292,600 Grm. Sauerstoff erforderlich. Es können durch diese 289,767 Grm. Kohlensäure und 102,893 Grm. Wasser entstehen. 100 Grm. Amylon dagegen besitzen 44,250 Grm. Kohlenstoff, 6,674 Grm. Wasserstoff und 49,076 Sauerstoff. Zu ihrer Elementaranalyse bedarf es nur 122,402 Grm. Oxygen. Dieses giebt dann mit dem schon enthaltenen Sauerstoff 162,250 Grm. Kohlensäure und 60,152 Grm. Wasser. Ein Mensch, der z. B. in 24 Stunden 200 Grm. Sauerstoff einnimmt, wird daher noch 100 Grm. Amylon bequem verarbeiten, die gleiche Menge von Fett dagegen nicht elementanalysiren können. Ein Theil des Fettes muß, sofern es nicht mit den Excrementen fortgeht, in dem Organismus als solches bleiben. Daher die schon früher erwähnte Erfahrung, daß ein Hund, der nur mit Fett gefüttert wird, wegen der Fortdauer der stickstoffhaltigen Ausgaben zwar an Muskelsubstanz verliert, aber sehr viel Fett ansetzt. Daher Leute, welche, wie z. B. Fleischer, sehr viele fettreiche thierische Speisen genießen, häufig nicht bloß sehr stark, sondern auch sehr fett werden. Dasselbe muß natürlich von dem Fette gelten, welches etwa durch die Zersetzung anderer Einnahmesubstanzen als Nebenproduct entsteht.

Ausnahmsweise kann sich das Fett durch gute Nahrung dergestalt anhäufen, daß der Mensch im Wasser nicht untersinkt oder daß seine Eigenschwere der des Wassers gleichkommt. Nennen wir das ursprüngliche Körpergewicht eines Individuums k, dessen specifisches Gewicht e und die Masse von Fett, welche hinzutreten müßte, um die Eigenschwere des ganzen Menschen auf die des Wassers = 1 zu reduciren, x, so haben wir, da das spec. Gew. des Menschenfettes = 0,932 ist, $ke + 0{,}932x = k + x$ und daher $x = \frac{k(e-1)}{0{,}068}$. Für ein Körpergewicht von 54 Kilogr. und eine ursprüngliche Eigenschwere von 1,066 z. B. wären dann 50,941 Fett nöthig. Da nun aber das Maximum des von Quetelet beobachteten Körpergewichtes 98,50 Kilogr., ein solcher Fettmensch aber

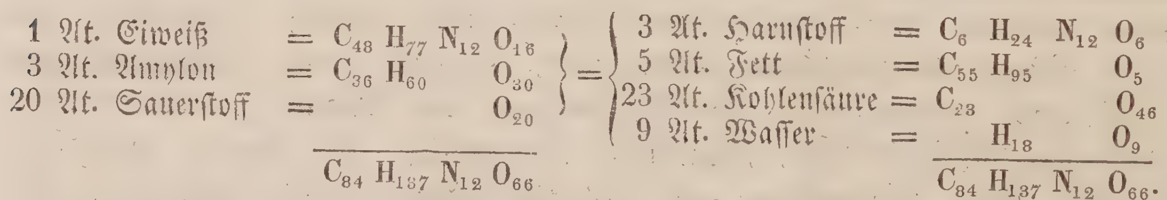
104,941 Kilogr. fordern würde, so sieht man schon, abgesehen von allen anderen Verhältnissen, wie äußerst selten eine solche Ausgleichung zu Stande kommen kann.

Ueber die Bildung des Fettes stehen einander die Ansichten von Liebig und die von Dumas, Boussingault und Payen schroff entgegen. Die letzteren nämlich lassen alles Fett im thierischen Körper nur aus den eingeführten öligten und fettigen Verbindungen der Nahrungsmittel entstehen. Liebig dagegen nimmt an, daß auch andere stickstofflose Körper, wie Amylon, Gummi, Pektin u. dgl. Fettbildung verursachen können und nicht bloß in Kohlensäure und Wasser verwandelt werden. Hält man sich nur an die einfachen Formeln dieser Substanzen, so concentrirt sich, wie man leicht sieht, jede mögliche Metamorphose in Fett vorzugsweise auf einen Austritt von Atomen des Sauerstoffes. Wir haben z. B.



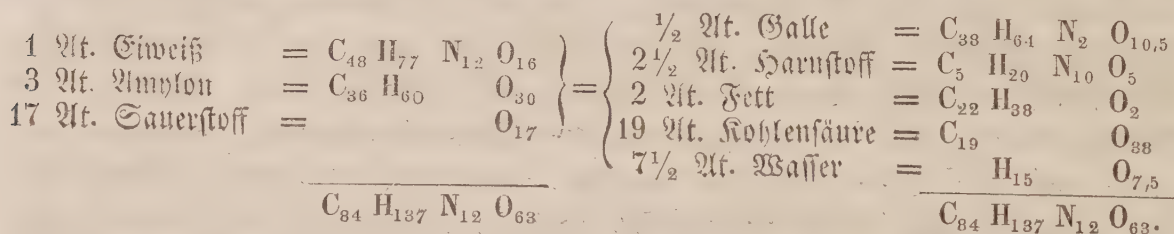
$$\left.\begin{array}{l}\text{1 At. Amylon oder}\\ \text{2 At. Milchsäure} = C_{12}\,H_{20}\,O_{10}\end{array}\right\} = \left\{\begin{array}{lll}\text{1 At. Fett} & = & C_{11}\,H_{19}\,O_{1}\\ \text{1 At. Kohlensäure} & = & C_{1}\,O_{2}\\ \text{1 At. Wasser} & = & H_{1}\,O_{0,5}\\ 6\tfrac{1}{2}\text{ At. Sauerstoff} & = & O_{6,5}\\ \hline & & C_{12}\,H_{20}\,O_{10}.\end{array}\right.$$

Man kann jedoch fast mit Gewißheit annehmen, daß ein Umsatz der Art nicht Statt findet. Ein freier Austritt von Sauerstoff, wie es solche Formelcombinationen fordern, ist ohne alle sonstige Analogie. Eher ließe sich denken, daß bei dem Umsatze von Proteinkörpern und Amylon der Nahrung Fett als Nebenproduct entstehe. Wir haben z. B.



$$\left.\begin{array}{lll}\text{1 At. Eiweiß} & = & C_{48}\,H_{77}\,N_{12}\,O_{16}\\ \text{3 At. Amylon} & = & C_{36}\,H_{60}\,O_{30}\\ \text{20 At. Sauerstoff} & = & O_{20}\\ \hline & & C_{84}\,H_{137}\,N_{12}\,O_{66}\end{array}\right\} = \left\{\begin{array}{lll}\text{3 At. Harnstoff} & = & C_{6}\,H_{24}\,N_{12}\,O_{6}\\ \text{5 At. Fett} & = & C_{55}\,H_{95}\,O_{5}\\ \text{23 At. Kohlensäure} & = & C_{23}\,O_{46}\\ \text{9 At. Wasser} & = & H_{18}\,O_{9}\\ \hline & & C_{84}\,H_{137}\,N_{12}\,O_{66}.\end{array}\right.$$

Oder, wenn wir die Hypothese der gleichzeitigen Bildung von Galle und Harnstoff zum Grunde legen:



$$\left.\begin{array}{lll}\text{1 At. Eiweiß} & = & C_{48}\,H_{77}\,N_{12}\,O_{16}\\ \text{3 At. Amylon} & = & C_{36}\,H_{60}\,O_{30}\\ \text{17 At. Sauerstoff} & = & O_{17}\\ \hline & & C_{84}\,H_{137}\,N_{12}\,O_{63}\end{array}\right\} = \left\{\begin{array}{lll}\tfrac{1}{2}\text{ At. Galle} & = & C_{38}\,H_{64}\,N_{2}\,O_{10,5}\\ 2\tfrac{1}{2}\text{ At. Harnstoff} & = & C_{5}\,H_{20}\,N_{10}\,O_{5}\\ \text{2 At. Fett} & = & C_{22}\,H_{38}\,O_{2}\\ \text{19 At. Kohlensäure} & = & C_{19}\,O_{38}\\ 7\tfrac{1}{2}\text{ At. Wasser} & = & H_{15}\,O_{7,5}\\ \hline & & C_{84}\,H_{137}\,N_{12}\,O_{63}.\end{array}\right.$$

Das Amylon könnte in letzterem Falle nicht bloß zur Bildung von Fett, sondern auch zu der von Galle beitragen. Natürlicher Weise sind solche Paradigmen weder für noch gegen die Streitfrage zu zeugen im Stande. Einen eigenen Umstand bildet jedoch die Thatsache, daß man immer verhältnißmäßig weniger Fettatome als Amylonatome annehmen und mehr Carbon für Kohlensäurebildung lassen muß, weil sonst wieder freier Sauerstoff übrig bleibt. Wenn daher Amylon in Fett übergehen sollte, so würde jedenfalls nur ein Theil diese Metamorphose erleiden, ein anderer dagegen der Elementaranalyse verfallen.

Liebig stützt sich bei seiner Ansicht auf die aus dem gewöhnlichen Leben bekannten Mästungserscheinungen mittelst amylonreicher Nahrungsmittel und auf die Milchbildung bei der Kuh. Nach den von ihm eingezogenen Nachrichten z. B. wiegt ein jähriges Schwein 75 bis 80 Pfund, im Durchschnitt also 77,5 Pfd. und giebt 18 Pfd. Schmalz. Wird es nun 13 Wochen gemästet und erhält täglich 20 bis 25 Pfd. gekochte Kartoffeln und ungefähr 2 Liter Erbsen, so erlangt es, wenn das Experiment gut gelingt, ein Gewicht von 160 bis 170 Pfd. und giebt 50 bis 55 Pfd., also durchschnittlich $52\tfrac{1}{2}$ Pfd. Speck [1]. Sind nun in 13 Wochen $34\tfrac{1}{2}$ Pfd. Speck neu entstanden, so müßten täglich mindestens 190 Grm. Fett eingeführt worden sein. Nun haben die Erbsen 2,1 %, die Kartoffeln 0,305 % in Aether löslicher Bestandtheile (Fresenius). Folglich enthalten die $22\tfrac{1}{2}$ Pfd. oder 11250 Grm. Kartoffeln, welche das Thier täglich empfängt, 34,313

---

[1]) J. Liebig die Thierchemie ꝛc. Zweite Auflage. S. 306.

Grm. Fett. Es bleiben mithin 155,687 Grm. Fett übrig. Diese entsprechen 7414 Grm. oder ungefähr 14 — 15 Pfd. Erbsen. Nun empfängt aber das Schwein in 13 Wochen nur 333 Pfd., mithin täglich 3,7 Pfd. Es muß daher ein Theil des Fettes selbstständig entstanden sein. Auf gleiche Art sucht auch Liebig herzuleiten, daß eine milchende Kuh durch ihre Milch mehr Fett verliert als in den eingenommenen Speisen enthalten ist.

Dumas, Boussingault und Payen [1]) dagegen lieferten für ihre Ansicht, daß die Fette der Thiere von außen eingeführt werden, eine Reihe chemischer und statistischer Thatsachen. Zuvörderst stützten sie sich darauf, daß die Samen der Pflanzen, das Heu, das Stroh u. dgl., welche als Fütterungsmaterial dienen, verhältnißmäßig nicht unbedeutende Fettmengen enthalten. Auch sei es möglich, daß das Wachs (das Blattgrün) zur Fettbildung diene. Denn nach Levy lasse sich Wachs durch Kali bei einer wenig hohen Temperatur in einen mit der Stearinsäure identischen Körper überführen. Directe, ein Jahr lang fortgesetzte Versuche lehrten, daß die Kühe eher mehr wie weniger Fett einnehmen, als sie durch die Milch ausgeben. 7 Thiere der Art führten in einem Jahre 673 Kilogr. Butter aus, während sie in ihrer Nahrung 689 bis 766 Kilogr. Fett empfingen [2]). Nach der Erfahrung der Landwirthe nimmt auch die Menge der Milch ab so wie das Thier fett wird. Bei den Schweinen kehrt ebenfalls das Gleiche wieder. Zwei Thiere der Art, welche 30 Kilogr. Gluten und 14 Kilogr. Stärkmehl verzehrt hatten, nahmen nur um 8 Kilogr., zwei andere von derselben Race und dem gleichen Alter und Gewichte, welche 45 Kilogr. gekochtes Hammelskopffleisch erhalten hatten, um 16 Kilogr. zu. Das vegetabilische Fütterungsmaterial der ersteren Thiere repräsentirte in trockenem Zustande 12 Kilogr. Gluten und 14 Kilogr. Stärkmehl; das thierische der letzteren 9,5 Kilogr. trocknes Fleisch und 7 Kilogr. Fett. Bei dieser Fettnahrung bleibt dann, wie sich aus den oben angeführten Gründen leicht erklären läßt, der größte Theil des Fettes im Thiere. Zwei Schweine, welche 6,7 Kilogr. Fett erhalten hatten, nahmen um 5,2 Kilogr., zwei andere, welche 8,4 Kilogr. erhalten hatten, um 6,7 Kilogr. zu. Zu gleicher Zeit begünstigt eine fettreiche Nahrung die Erzeugung von Fettlebern. Amylon und ähnliche Stoffe machen nur dann fett, wenn sie mit fetthaltigen Substanzen verbunden werden.

Hiernach unterliegt es keinem Zweifel, daß die eingeführten Fettsubstanzen ähnliche Metamorphosen wie die Proteinkörper erleiden können, d. h. sie werden in andere Substanzen derselben Klasse umgesetzt. Eben so erscheint es in hohem Grade wahrscheinlich, daß durch den Umsatz von Organtheilen Fett als Nebenproduct gebildet werden könne. Ob es aber aus Amylon entstehe, ist nach den Erfahrungen von Dumas, Boussingault und Payen sehr problematisch. Die Hauptstütze dieser Ansicht bildet der Umstand, daß mit Zucker gefütterte Bienen Wachs liefern (Huber, Gundlach). Allein diese Thatsache kann erst dann vollkommen bindend werden, wenn bestimmter nachgewiesen sein wird, daß die Bienen nicht an Körpergewicht abnehmen, und nicht das Fett auf Kosten ihres eigenen Organismus liefern.

Die übermäßige Anhäufung desselben bildet häufig eine pathologische Erscheinung und tritt bisweilen bei Menschen, die wenig essen, auf, während Andere, welche viel verzehren, mager bleiben. Wahrscheinlich beruht dieser Unterschied auf der Differenz der Ausgaben und zwar zum Theil des Urines, vorzüglich aber der Perspiration. Auch im Blute, im Urin können so bedeutende Fettmengen existiren, daß ein Theil derselben frei wird, nur mechanisch beigemengt erscheint und die Bildung einer Art von Emulsion oder sogenannter chylöser Flüssigkeiten hervorruft. Schon nach Einspritzungen von Milch in das Blut bleiben die Milchkörperchen lange Zeit in demselben kenntlich (Donné). Bei jungen saugenden Katzen und Hunden findet sich bisweilen ein so bedeutender Fettgehalt des Blutes, daß sich ein vollkommen milchiges Serum absetzt (Rudolphi, Schlemm, Joh. Müller, Mayer). In einzelnen Krankheiten der verschiedensten Art, wie z. B. bei Gelbsucht, Harnruhr, Skorbut u. dgl., vorzüglich aber bei Bleichsucht treten in seltenern Einzelfällen milchige Blutarten auf, welche in der Regel binnen kurzem verschwinden und bald bei dem

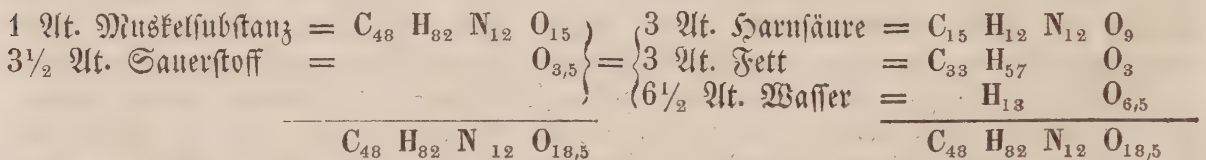
---

[1]) Comptes rendus hebdomadaires de l'Académie des sciences. Tome XVI. 1843. p. 345 — 362. 567 — 572. 666 — 672.

[2]) a. a. O. S 353.

zweiten, bald dagegen bei dem vierten und fünften Aderlasse fehlen [1]). Freies Fett im Urin findet sich häufig als Oel bei Schwindsüchtigen und in seltenen Einzelfällen bei Diarrhö, bei Quecksilbercuren, bei sehr fetten Menschen, bei säugenden Frauen und bei jungen Mädchen. Eben so kann auch Fett mit dem Stuhlgange entleert werden [2]).

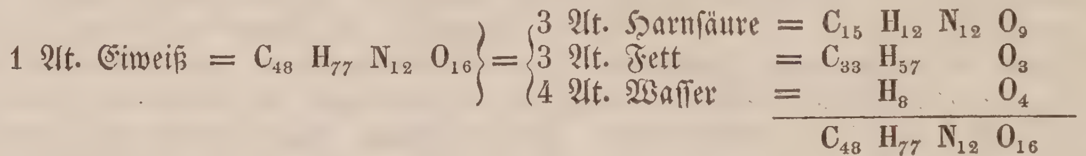
In Organen endlich, vorzüglich in Muskeln, welche sehr lange gelähmt oder unthätig waren, erscheint neben und an der Stelle der verschwundenen oder blassen Muskelfasern Fett. Diese Fettverwandlung der Muskelsubstanz läßt sich ihren chemischen Verhältnissen nach unter verschiedenen Gesichtspunkten auffassen. 1) Da Faserstoff oder Fleisch durch fortgesetzte Fäulniß ihre stickstoffhaltigen Bestandtheile verlieren, dagegen ungefähr so viel Fett hinterlassen, als sich aus ihnen im frischen Zustande durch Alkohol und Aether ausziehen läßt (Gay-Lussac), so könnte man sich den Vorgang im Leben auf ähnliche Weise vorstellen. Gegen dieses spricht aber, daß das Fett in der Fettverwandlung der Muskeln organisirt ist, in den gewöhnlichen Fettzellen liegt und bisweilen in größerer Menge vorkommt als es sonst zwischen den Muskelfasern erscheint. Dagegen paßt diese Erklärung eher auf die Bildung des Adipocire in Leichen, indem das Fett in Fettsäuren übergeht und sich mit dem frei werdenden Ammoniak verbindet. 2) Man nimmt an, daß in gleichem Maaße als die Proteinkörper der Muskelsubstanz in das Blut übergehen, dafür Fettkörper nach Außen hervortreten. Indem das zwischen den Muskelfasern befindliche Fett übrig bleibt, kann es nach dem Gesetze der gleichartigen Anziehung den Austritt und die Bildung neuen Fettes begünstigen. Oder 3) man stellt sich das Fett als ein Nebenproduct des durch die Unthätigkeit begünstigten Umsatzes der Muskelsubstanz vor. Wir haben z. B.



1 At. Muskelsubstanz = $C_{48}\ H_{82}\ N_{12}\ O_{15}$
3½ At. Sauerstoff = $O_{3,5}$
Summe: $C_{48}\ H_{82}\ N_{12}\ O_{18,5}$

= 3 At. Harnsäure = $C_{15}\ H_{12}\ N_{12}\ O_9$
3 At. Fett = $C_{33}\ H_{57}\ O_3$
6½ At. Wasser = $H_{13}\ O_{6,5}$
Summe: $C_{48}\ H_{82}\ N_{12}\ O_{18,5}$

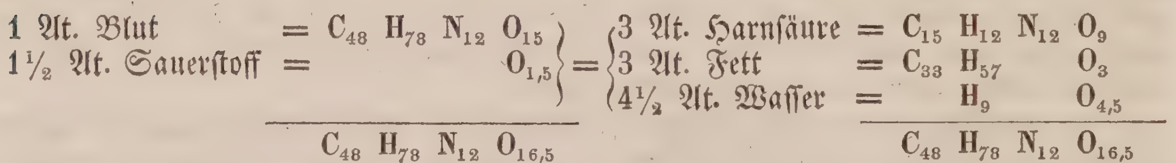
Das letztere Paradigma kann noch ein theoretisches Bild geben, weshalb bei vielen krankhaften Zuständen, wie z. B. bei Kacherieen, in der Ernährungsflüssigkeit Fett als Nebenproduct auftritt. Denn, wie man leicht sieht, eignen sich die Formeln des Eiweißes, des Blutes zu ganz analogen Combinationen. Wir haben z. B.



1 At. Eiweiß = $C_{48}\ H_{77}\ N_{12}\ O_{16}$

= 3 At. Harnsäure = $C_{15}\ H_{12}\ N_{12}\ O_9$
3 At. Fett = $C_{33}\ H_{57}\ O_3$
4 At. Wasser = $H_8\ O_4$
Summe: $C_{48}\ H_{77}\ N_{12}\ O_{16}$

Oder



1 At. Blut = $C_{48}\ H_{78}\ N_{12}\ O_{15}$
1½ At. Sauerstoff = $O_{1,5}$
Summe: $C_{48}\ H_{78}\ N_{12}\ O_{16,5}$

= 3 At. Harnsäure = $C_{15}\ H_{12}\ N_{12}\ O_9$
3 At. Fett = $C_{33}\ H_{57}\ O_3$
4½ At. Wasser = $H_9\ O_{4,5}$
Summe: $C_{48}\ H_{78}\ N_{12}\ O_{16,5}$

Ob aber bei vergrößerter Fettbildung auch mehr Harnsäure abgeschieden werde, müssen künftige Forschungen entscheiden.

569 Das in Folge früherer guter Ernährung abgelagerte Fett wird in Zeiten der Noth angegriffen, um den Perspirationsverlust decken zu helfen. Wie es auf den ersten Blick scheint, ließe sich die Menge von Fett, welche resorbirt werden muß, berechnen, wenn die nothwendigen Ausgaben durch Koth, Urin, Lungen- und Hautausdünstung bekannt sind. Allein bei näherer Betrachtung ist dieses nicht der Fall. Legen wir z. B. die in §. 542 angeführte für mich entworfene Rechnung zum Grunde, so haben wir

---

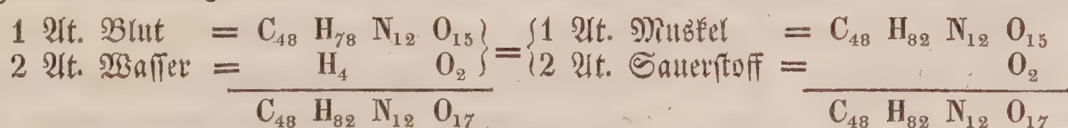
[1]) Ueber die älteren Fälle s. K. F. W. Chr. Kastner das weisse Blut in physiologisch-pathologischer Beziehung betrachtet. Erlangen. 1832. 8. S. 50. fgg.

[2]) C. F. Luz über krankhafte Fettentleerung durch Darmkanal und Nieren. Tübingen. 1841. 8. S. 1 — 49.

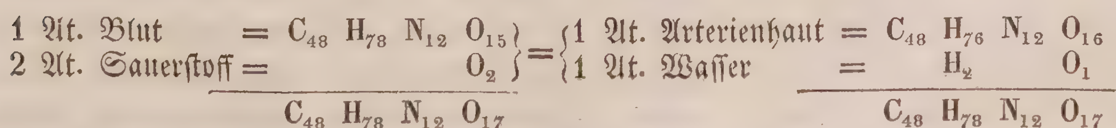
	C.	H.	N.	O.
Tägliche Ausgaben in Grammen	289,583	5,142	13,239	719,756
Diese werden gedeckt durch:				
83,107 Grm. Protein	45,157	5,917	13,239	18,795
309,400 Grm. Fett	244,426	35,321	—	29,653
	289,583	41,238	—	48,448
Es bleiben mithin	—	+ 36,096	—	— 671,308

Von den 289,583 Grm. Carbon gingen 261 Grm. durch die Perspiration davon und es wurden dafür 816,117 Grm. Sauerstoff aufgenommen. Folglich bleiben für die Verbrennung der 36,096 Grm. Wasserstoff 816,117 — 671,308 = 144,809 Grm. Sauerstoff. 31,096 Grm. Wasserstoff fordern aber zur Wasserbildung 289,240 Grm. Oxygen. Man sieht hieraus, daß die Ausgleichung aus den eigenen Körperorganen eines hungernden Menschen nicht auf so einfachem Wege durch Resorption von Protein und Fett erfolgen kann, weil mit dem Fette zu wenig Sauerstoff und daher relativ zu viel Wasserstoff eingeführt wird, als daß der letztere vollständig verbrennen könnte. Bei Hungernden ist die Menge der durch die Perspiration davangehenden Kohlensäure vermindert. Die Quantität des Harnstoffes dagegen nimmt vermuthlich nicht in gleichem Maaße ab, und die Gallenblase zeigt sich mit Galle in auffallendem Grade angefüllt. Dieses scheint sich dadurch zu erläutern, daß das resorbirte Fett nicht gleichmäßig elementaranalysirt zu werden vermag und daß daher die Natur, um nur die nothwendigste Kohlensäure zu liefern, verhältnißmäßig mehr Proteinkörper angreifen muß. Hierdurch erhalten wir auch einen Fingerzeig, weshalb Leute, welche sich gut nähern, aber viel sitzen und wenig körperlich arbeiten, zwar fett werden, nicht aber erstarken und weshalb ein mit Fett gefütterter Hund viel Fett ansetzt, aber endlich dennoch verhungert.

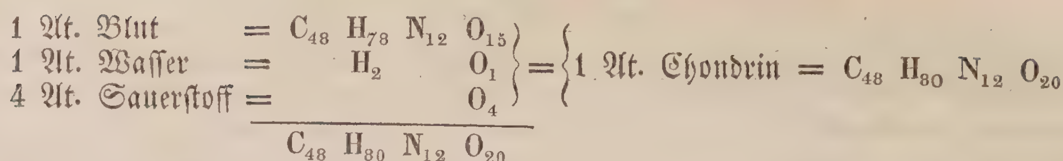
Außer dem stickstofflosen Fette müssen sich noch stickstoffhaltige 570
Körper der verschiedensten Art aus der Ernährungsflüssigkeit ausscheiden. Der größte Theil der hierher gehörenden Substanzen sind dem Protein, dem Eiweiß, dem Faserstoff und Blute so nahe verwandt, daß sogar die Chemie hinter der Anatomie zurückbleibt und die meisten eigenthümlichen Beschaffenheiten der Gewebe nicht zu erläutern vermag. Wir haben schon früher (§. 122) gesehen, auf welche Weise sich nach den Liebig-Scherer'schen Formeln die Werthe der Colla, des Chondrin, der Arterienhaut, des Hornes und des Pigmentes aus dem des Protein herleiten lassen. Versuchen wir dieselbe Deduction mit dem Blute, so ergeben sich folgende Paradigmen:



Oder

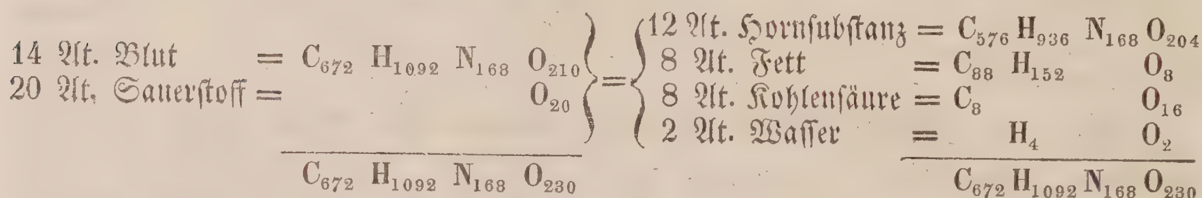


Oder:



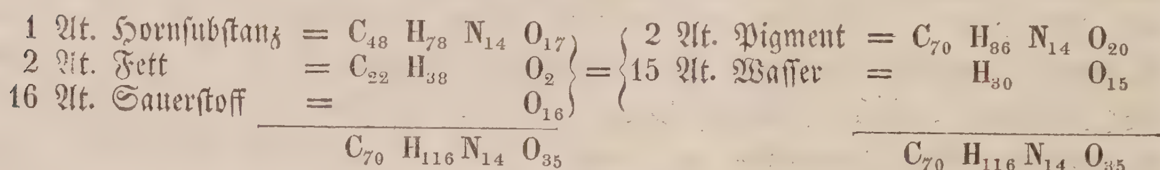
1 At. Blut = $C_{48}\ H_{78}\ N_{12}\ O_{15}$
1 At. Wasser = $H_2\ O_1$
4 At. Sauerstoff = O_4
$C_{48}\ H_{80}\ N_{12}\ O_{20}$
= 1 At. Chondrin = $C_{48}\ H_{80}\ N_{12}\ O_{20}$

Oder



14 At. Blut = $C_{672}\ H_{1092}\ N_{168}\ O_{210}$
20 At. Sauerstoff = O_{20}
$C_{672}\ H_{1092}\ N_{168}\ O_{230}$
=
12 At. Hornsubstanz = $C_{576}\ H_{936}\ N_{168}\ O_{204}$
8 At. Fett = $C_{88}\ H_{152}\ O_8$
8 At. Kohlensäure = $C_8\ O_{16}$
2 At. Wasser = $H_4\ O_2$
$C_{672}\ H_{1092}\ N_{168}\ O_{230}$

Oder



1 At. Hornsubstanz = $C_{48}\ H_{78}\ N_{14}\ O_{17}$
2 At. Fett = $C_{22}\ H_{38}\ O_2$
16 At. Sauerstoff = O_{16}
$C_{70}\ H_{116}\ N_{14}\ O_{35}$
=
2 At. Pigment = $C_{70}\ H_{86}\ N_{14}\ O_{20}$
15 At. Wasser = $H_{30}\ O_{15}$
$C_{70}\ H_{116}\ N_{14}\ O_{35}$

Diese Beispiele erläutern nur auf eine unmittelbare Weise, daß die wesentlichsten organischen Verbindungen der Gewebe möglicher Weise aus dem Blute durch verhältnißmäßig nur unbedeutende Metamorphosen hervorgehen können, geben jedoch noch keine Bestimmung, wie dieses wahrhaft geschehe.

Wenn bei dem Paradigma der Muskelsubstanz ein Freiwerden von Sauerstoff zum Vorschein kommt, so ist dieses noch weit entfernt, ein Analogon der angeblichen Fettbildung aus Amylon darzustellen. Denn 1) steht es noch sehr dahin, ob die Muskelsubstanz nur 4 Wasserstoffatome mehr als das Blut enthält, da diese Consequenz bloß auf den gefundenen Wasserstoffwerthen beruht, diese aber bei dem leichten Atomgewichte des Wasserstoffes zu mannichfachen Deutungen Veranlassung geben können. In der That nimmt auch z. B. Liebig selbst die Formeln des Blutes und des Fleisches für identisch. 2) Bedenken wir, daß das Fleisch immer Fett beigemischt enthält, so muß dieses die Sauerstoffatome herabdrücken, und es ist daher wahrscheinlich, daß in der reinen Muskelfaser kein isolirter Ueberschuß von Hydrogen auftreten wird.

Daß in der Masse des centralen Nervensystemes Mischungen von Eiweiß und Fett existiren, haben wir §. 122 kennen gelernt.

571 Bei dem Austritte der Proteinkörper aus der Ernährungsflüssigkeit in die Gewebe ereignen sich noch viele chemische Detailveränderungen, von denen wir jedoch die meisten nicht genau kennen. Die verschiedenen Substanzen des Albumin, Fibrin und Casein werden häufig in einander umgesetzt. Der Faserstoff selbst oder dessen Modificationen, welche in den Muskeln, den Exsudaten auftreten, wird um so consolidirter, fault um so schwerer, entbindet um so weniger Kohlensäure, je älter er ist (Fellenberg). Hiermit vereinigt sich auch eine geringere Löslichkeit in Mittelsalzen und bei den Muskeln eine größere Aufnahme von Farbestoff.

572 Die Ernährungsausgaben der unorganischen Elemente sind bei der Unvollkommenheit der Aschenanalysen noch sehr wenig gekannt. Die meisten flüssigen und festen Theile unseres Körpers enthalten mehr oder minder die in unserem Blute vorkommenden Salzverbindungen, wie z. B. organischsaures Kali und Natron, Chlorkalium, Chlornatrium, schwefelsaure Alkalien, kohlensaure und phosphorsaure Kalk- und Talkerde, Eisen- und Manganoxyd. Unter diesen Elementen treten besonders das Chlornatrium und die basisch phosphorsaure Kalkerde hervor. Sie erscheinen

häufig nicht nur in relativ vorherrschender Menge, sondern wechseln auch in manchen Gebilden gegenseitig ab. Flüssigkeiten wie z. B. der Humor aqueus des Auges, haben eine besondere Neigung viel Kochsalz zu enthalten. Dieses findet auch noch in den meisten Weichgebilden in vorherrschender Menge Statt. Allein je mehr diese erhärten, um so mehr macht dieses Salz den Kalkverbindungen Platz. 100 Theile der Asche der Knorpel der falschen Rippen z. B. enthalten 8,231 % (Frommherz und Gugert), des Kehlkopfknorpels 11,236 % Chlornatrium und des Femur eines 6monatlichen Fötus 10,138 % Chlornatrium (Lehmann) [1]. In dem Knochen des Erwachsenen finden sich in 100 Theilen Asche nur 2 % Natron. Dafür führt diese 86,4 % phosphorsaurer Kalkerde (nebst Fluorcalcium) und 9,3 % Kalk, welcher mit Kohlensäure verbunden ist, während der Knorpel nur 18,372 % kohlensaure und 4,056 % phosphorsaure Kalkerde enthält. Eine ähnliche Wechselwirkung tritt zwischen der kohlensauren und der phosphorsauren Kalkerde hervor. Je jünger oder je weniger fortgeschritten ein vererdeter Theil ist, um so mehr herrscht die erstere vor. In dem Rippenknorpel verhält sich, wie wir sahen, die kohlensaure zur phosphorsauren Kalkverbindung = 18,372 : 4,056 = 1 : 0,22, in dem Skelette des Neugeborenen = 1 : 3,2, in dem des Erwachsenen = 1 : 5,9 nnd in dem des Greises = 1 : 8,1 (Lehmann). Dasselbe Gesetz kehrt auch bei jungen pathologischen Neubildungen, wie bei dem beginnenden Callus, bei dem Anfange der Exostosen u. dgl. wieder. Indem auf diese Weise bei der Verknöcherung die Kalksalze mehr hervortreten, geht zugleich eine Veränderung der organischen Grundlage vor sich. Der nicht verknöcherte Knorpel nämlich giebt bei dem Kochen gleich dem bleibenden Knorpel Chondrin, während der seiner Kalkerde beraubte Knochenknorpel unter den gleichen Verhältnissen Colla erzeugt (Joh. Müller). Eben so scheinen auch pathologisch verknöchernde Weichgebilde nicht selten eine Geneigtheit zu erhalten, in Hornstoff oder verwandte Verbindungen überzugehen.

Die relativen Verhältnisse der organischen und unorganischen Bestand- 573
theile ändern sich in den verschiedenen Lebenszuständen. Im Greisenalter zeigt sich eine besondere Geneigtheit der Gewebe, mehr Aschenbestandtheile aufzunehmen. Zunächst reflectirt sich dieses in dem Skelette, in welchem dann immer die basisch phosphorsaure Kalkerde über der kohlensauren vorherrscht. Allein auch andere Gebilde können an diesen Erscheinungen Theil nehmen. Es erscheinen auf diese Weise Kalkablagerungen in den Herzklappen, den Gefäßen, den fibrösen Häuten u. dgl. Dasselbe kann auch ausnahmsweise bei jüngeren Individuen auftreten. Vorzüglich aber sind es zwei Momente, nämlich Druck und Zerstörung der Organe, welche in dem erwachsenen Organismus solche Kalkdeposita begünstigen. Durch das Anschlagen des Gewehres an die Achselgegend bilden sich leicht die sogenannten Exercierknochen. Bei Wäscherinnen, die viel knieen, ossificiren bisweilen schwielige Stellen der Oberhaut der Kniee. Ein veralterter Tuberkel, ein älterer

---

[1]) C. G. Lehmann Lehrbuch der physiologischen Chemie. Bd. I. 1842. 8. S. 133.

Hydotidensack, der Balg eines abgestorbenen Eingeweidewurmes u. dgl. verkalken häufig. Selbst fremde Körper, welche z. B. mit Schleimhautflächen lange Zeit in Berührung kommen, incrustiren leicht. Einen Beleg hierfür haben wir z. B. in Mutterkränzen, welche einen größeren Zeitraum hindurch in der Scheide gelegen haben.

574 Endlich muß noch bei den Ernährungsprocessen eine Reihe von chemischen Eigenthümlichkeiten Statt finden, für welche uns alle objectiven speciellen Nachweise fehlen. Schon die in allen Geweben zu beobachtende Thatsache, daß im Normalzustande nur gleichartige Elemente angezogen werden (§. 134), daß Uebung die Gewebe vermehrt, Unthätigkeit dagegen vermindert, läßt sich nur im Allgemeinen dahin deuten, daß hier eine fortwährende ersprießliche Neubildung Statt finde. Alle nähere Einsicht in den Grund dieser Vorgänge aber fehlt uns noch gänzlich. Eben so deuten manche Facta darauf hin, daß in der Blutmasse und von da in den Geweben des Organismus durch kleine eingeführte Mengen schädlicher Stoffe ausgedehnte Umsetzungserscheinungen bedingt werden, daß hier also dasselbe erfolgt, was bei der Gährung durch den fermentirenden Körper bedingt wird. Belege hierfür liefern die Einpflanzung von Eiter, Jauche, von Ansteckungsstoffen des contagiösen Typhus, des Anthrax, des Krebses, der Syphilis, der Krätze, der Blattern u. dgl. Diesen Erscheinungen verwandt sind noch diejenigen Fälle, bei welchen, wie z. B. durch die Vaccine vermittelst der Einimpfung des Kuhpockenstoffes, die Empfänglichkeit des Körpers für das ächte Blatterngift für immer oder wenigstens für eine Reihe von Jahren gehoben oder modificirt wird.

Die periodischen Erscheinungen der Ernährungsverhältnisse werden in der Entwickelungsgeschichte behandelt werden.

Verbesserungen.

S. 9 Z. 18 v. u. (in einigen Exemplaren) statt Versuchen lies Versuche.
S. 34 Z. 32 v. o. (in einigen Exemplaren) st. Vena cru l. Vena cruralis.
S. 80 Z. 5 v. u. st. die l. das.
S. 81 Z. 11 v. u. st. schwefelsaures l. schwefligtsaures.
S. 81 Z. 2 v. u. st. sind l. wird.
S. 82 Z. 7 v. u. st. nicht l. noch.
S. 101 Z. 12 v. o. st. die l. in den.
S. 173 Z. 7 v. u. st. 1 At. Pr. — 2 At. Ammoniak — 1 At. Wasserstoff l. 1 At. Pr. — 1 Ammoniak — 7 At. Wasserstoff.
S. 216 Z. 11 v. o. st. 35,12 bis 34,89 l. 45,12 bis 44,89. Vergl. auch die S. 731 in dieser Beziehung gegebene Anmerkung.
S. 345 Z. 8. v. o. st. phosphorsaurer l. phosphorsaure.
S. 441 Z. 14 v. o. u. S. 451 Z. 3 v. u. st. Poisseuille l. Poiseuille.
S. 464 Z. 25 v. o. st. Chevreuil l. Chevreul.
S. 496 Z. 19 v. o. st. contrifugale l. centrifugale.
S. 504 Z. 17 v. o. st. sich solche l. solche.

Braunschweig. **PROSPECTUS.** September 1843.

Im Verlage von Friedrich Vieweg und Sohn erscheint
(die erste bis achte Lieferung ist bereits ausgegeben)

Pouillet's
Lehrbuch der Physik
und
Meteorologie
für
deutsche Verhältnisse frei bearbeitet
von

Dr. Joh. Müller,
Lehrer der Physik und Mathematik an der Realschule zu Gießen.

Mit gegen 1000 in den Text eingedruckten Holzschnitten.

2 Bände, jeder von 40 Bogen, groß Octav. Feines Velinpapier.
In Lieferungen von 6 Bogen; Subscriptionspreis für jede Lieferung 12 Ggr. = 15 Sgr. = 54 Xr. Rheinl.

Unter den Wissenschaften, welche, tief in das practische Leben eingreifend, auf jeden naturwissenschaftlichen wie technischen Fortschritt influirend für alle Fächer der Erfahrungswissenschaft, für die wissenschaftliche Ausübung jeder Kunst von höchster Bedeutung sind, steht die Physik oben an. Ihr Studium ist für unsere Zeit ein unentbehrliches Bedürfniß geworden, und tüchtige Lehrbücher, geeignet, die Cultur der Wissenschaft wahrhaft zu fördern, sind mehr als je von entschiedener Wichtigkeit.

Das Publikum erhält in der Bearbeitung von Pouillet's Physik ein Lehrbuch, welches sich zur Aufgabe setzt, die Verbreitung physikalischer Kenntnisse möglichst zu erleichtern; es soll eben sowohl bei Vorlesungen, wie auch als ausreichendes Hülfsmittel zum Selbststudium dienen. In wiefern das Buch halten kann, was es verspricht, mag eine genaue Angabe der Verhältnisse, unter welchen es entstanden ist, des Plans, der seiner Ausführung zum Grunde liegt, und seiner sonstigen Einrichtung zeigen.

Pouillet's Name ist einer der gefeiertesten unter den Physikern; als Forscher in der Wissenschaft, wie als ausgezeichneter Verbreiter derselben durch glückliche Lehrgabe und zweckmäßige Auswahl des Vorzutragenden hat er gleich hohen Ruf erlangt. Der wissenschaftliche Werth und die ausgezeichnete Darstellungsweise des angeführten Werkes hat sich in Frankreich durch drei rasch auf einander folgende Auflagen bewährt, ungerechnet die zahlreichen Vervielfältigungen, in welchen es die belgischen Nachdrucker verbreiteten. Die wissenschaftlichen Notabilitäten aller Länder vereinigen sich in der Anerkennung seiner Vorzüge, und namentlich Arago räumt demselben unter allen französischen Lehrbüchern die erste Stelle ein. Von diesem großen Naturforscher erging an die Verlagshandlung der deutschen Bearbeitung die Aufforderung, eine Uebertra-

gung zu veranlassen, und dies war in der That die erste Anregung zu einem Unternehmen, welches hiermit zur günstigen Aufnahme empfohlen wird.

Trotz der Vortrefflichkeit des Originals glaubte ich doch nicht dem deutschen Publikum eine wörtliche Uebersetzung vorlegen zu dürfen. Die Wissenschaft ist allenthalben dieselbe, aber die Art, wie sie ins Leben eingreift, ihr äußeres Auftreten, ihre Darstellung ist in verschiedenen Ländern verschieden. Soll das deutsche Publikum von der Bearbeitung dieselben Vortheile haben, wie das französische vom Original, so muß das Werk, ohne seiner Eigenthümlichkeit zu nahe zu treten, auf deutsche Zustände bezogen, für deutsche Verhältnisse bearbeitet werden. — Die Bezugnahme auf Vorkommenheiten des gewöhnlichen Lebens ist von dem größten Nutzen; ich habe sie weiter auszudehnen gesucht, als dies im Original selbst der Fall ist, aber ich suchte mit diesen Beziehungen und Beispielen an bekannte vaterländische Dinge zu erinnern. Ich wollte, was die Construction von Apparaten u. s. w. angeht, die Leser auch mit den Eigenthümlichkeiten deutscher Künstler bekannt machen, denn von diesen verfertigte Apparate sind es, welche der deutsche Leser zu Gesicht bekommt

Wo es unbeschadet der Sache geschehen konnte, habe ich complicirte, luxuriös ausgestattete Instrumente und Apparate durch einfachere, nicht weniger zweckmäßige ersetzen zu müssen geglaubt. Stets suchte ich anzugeben, wie man mit den geringsten Mitteln, auf möglichst einfache und gerade deßhalb instructive Art, die Naturgesetze veranschaulichen kann. Die Experimente sind die nothwendigste Grundlage des physikalischen Unterrichts; jedes Mittel, welches erlaubt, sie zu vervielfältigen, sie möglichst leicht, sicher und belehrend anzustellen, muß hervorgehoben werden. Ich habe hier niedergelegt, was vielfache Besprechung mit anderen Lehrern der Naturwissenschaften, was vieljährige eigene Erfahrung in dieser Hinsicht mich gelehrt haben. Ich glaube dadurch namentlich Lehrern an höheren und niederen Anstalten, überhaupt Jedem, der selbst physikalische Versuche anzustellen wünscht, in die Hände zu arbeiten.

Eine ganz besondere Sorgfalt habe ich in der eben besprochenen Beziehung auf die Abbildungen verwandt, in der festen Ueberzeugung, daß gute Abbildungen ein wesentliches Erforderniß für ein nützliches Lehrbuch sind. Sehr viele Figuren, welche nicht unmittelbar dem Original entnommen sind, habe ich mit möglichster Genauigkeit selbst gezeichnet. Ich hatte dabei stets im Auge, die Construction der Apparate, ihre Zusammenstellung und ihren Gebrauch genügend klar zu machen, und deßhalb dienen diese Abbildungen eben so als treffliches Hülfsmittel beim Selbstunterricht, als auch dazu, früher gesehene Versuche ins Gedächtniß zurückzurufen. Durch die Reichhaltigkeit und ausgezeichnete Ausführung der Abbildungen hat sich die Verlagshandlung ein wahres Verdienst um den Unterricht erworben. Statt der angehängten Kupfertafeln bietet meine Bearbeitung in den Text eingedruckte Holzschnitte; nur bei der Versinnlichung optischer Erscheinungen, wo farbiger Druck nöthig ist, wird eine Ausnahme davon stattfinden. Die ausgezeichnete Bequemlichkeit eingedruckter Holzschnitte, die wesentliche Erleichterung des Studiums durch diese Methode, ist anerkannt. Ich darf hinzufügen, daß die Ausführung der Holzstiche eine die deutsche Kunst wahrhaft ehrende genannt werden muß.

Ueberall, wo es möglich war, Naturgesetze durch graphische Darstellung deutlich zu machen, habe ich diese Methode angewandt. Ihre Vortrefflichkeit ist allgemein anerkannt, und mit Vortheil wurde sie in einzelnen Fällen benutzt. In keinem einzigen Lehrbuche ist sie jedoch bis jetzt so consequent durchgeführt worden.

Die geringe Bekanntſchaft der Franzoſen mit der deutſchen Sprache iſt Urſache, daß deutſche Arbeiten erſt ſehr ſpät in Frankreich bekannt werden, und faſt alle franzöſiſchen Werke ſind mangelhaft, was die Bereicherungen der Wiſſenſchaften angeht, die kurz vor ihrem Erſcheinen von Deutſchland ausgegangen ſind. Dies iſt auch mit Pouillet's Werk der Fall. Ich habe die wichtigſten Entdeckungen und Bereicherungen der deutſchen Phyſiker aufgenommen, bin darin aber nicht weiter gegangen, als es der Plan des Werkes überhaupt zuließ.

Um eine würdige Bearbeitung zu liefern, habe ich alle Hülfsmittel benutzt, die mir zu Gebote ſtanden; als beſonders günſtigen Erfolg ſichernd, darf ich außerdem anführen, daß die Herren Profeſſoren Liebig und Buff ſich lebhaft für das Unternehmen intereſſiren, und mir mit ihrem gütigen Beiſtande durch Rath und That zur Seite ſtehen. Die ausgebreitete Gelehrſamkeit und Erfahrung dieſer Männer ſichert der deutſchen Bearbeitung eine Menge nützlicher Vorzüge. Für den thätigen Antheil, welchen ſie an der Bearbeitung nehmen, fühle ich mich ihnen zum wärmſten Danke verpflichtet.

Was die Art und Weiſe der Bearbeitung angeht, diente mir namentlich Profeſſor Otto's Bearbeitung des Graham'ſchen Lehrbuchs der Chemie zum Vorbilde, ein Werk, über welches bereits Deutſchland durch die güngſtigſte Aufnahme ein entſcheidendes Urtheil abgegeben hat. Die deutſche Bearbeitung von Pouillet's Phyſik ſoll in ihrer Art das werden, was Otto's Bearbeitung von Graham's Chemie iſt. Die Tendenz des letztern Werks iſt auch die des erſtern. Die gemeinſame Richtung, welche in der deutſchen Bearbeitung beider Werke verfolgt wurde, macht Pouillet's Phyſik zu der zweckmäßigſten Ergänzung und Fortſetzung von Graham's Chemie. Beide Werke ſchließen ſich — beiläufig auch in ihrer äußern Ausſtattung — eng an einander an.

Was ſonach die Mitwirkung ausgezeichneter Gelehrter, was ſorgſame Benutzung aller vorhandenen Hülfsmittel und angeſtrengteſtes Streben der deutſchen Bearbeitung von Pouillet's Phyſik an Erfolg ſichern kann, darf das Publikum mit Recht darin vorausſetzen. Seinem Urtheile ſei dieſe Bearbeitung empfohlen, und zieht es Nutzen daraus, ſo ſind die Beſtrebungen des Bearbeiters nicht ohne Erfolg geblieben und ſeine Hoffnungen erfüllt.

Gießen, im Mai 1842.

Dr. J. Müller.

Von meinem Freunde Eduard Vieweg in Braunſchweig aufgefordert, ihm einen tüchtigen Bearbeiter des trefflichen Lehrbuchs der Phyſik von Pouillet vorzuſchlagen, bin ich der Ueberzeugung geweſen, daß ſie keinen beſſeren Händen übergeben werden konnte, als denen des Herrn Dr. Müller. Seine vortreffliche Methode der Darſtellung, ſeine tiefen und gründlichen Kenntniſſe des ganzen Gebietes der Phyſik, der Optik und Mechanik geben ſich in dem Werke hinlänglich zu erkennen, ſo daß ich nicht zweifle, es werde die volle Anerkennung finden, welche es verdient.

Ein gründliches Studium der Phyſik iſt für die Studirenden der Medizin und Pharmazie die nothwendigſte Bedingung zu einer wahrhaft wiſſenſchaftlichen Kenntniß der Chemie, und das vorliegende Lehrbuch in der Form, die ihm Herr Dr. Müller gegeben hat, kann mit Recht als eines der ausgezeichnetſten, welches Deutſchland beſitzt, empfohlen werden.

Gießen, im Mai 1842.

Dr. Juſtus Liebig.

Der Verleger hat dem Vorstehenden nur hinzuzufügen, daß er seinerseits eifrig bemüht gewesen ist, einem so ausgezeichneten Werke eine würdige Ausstattung zu geben.

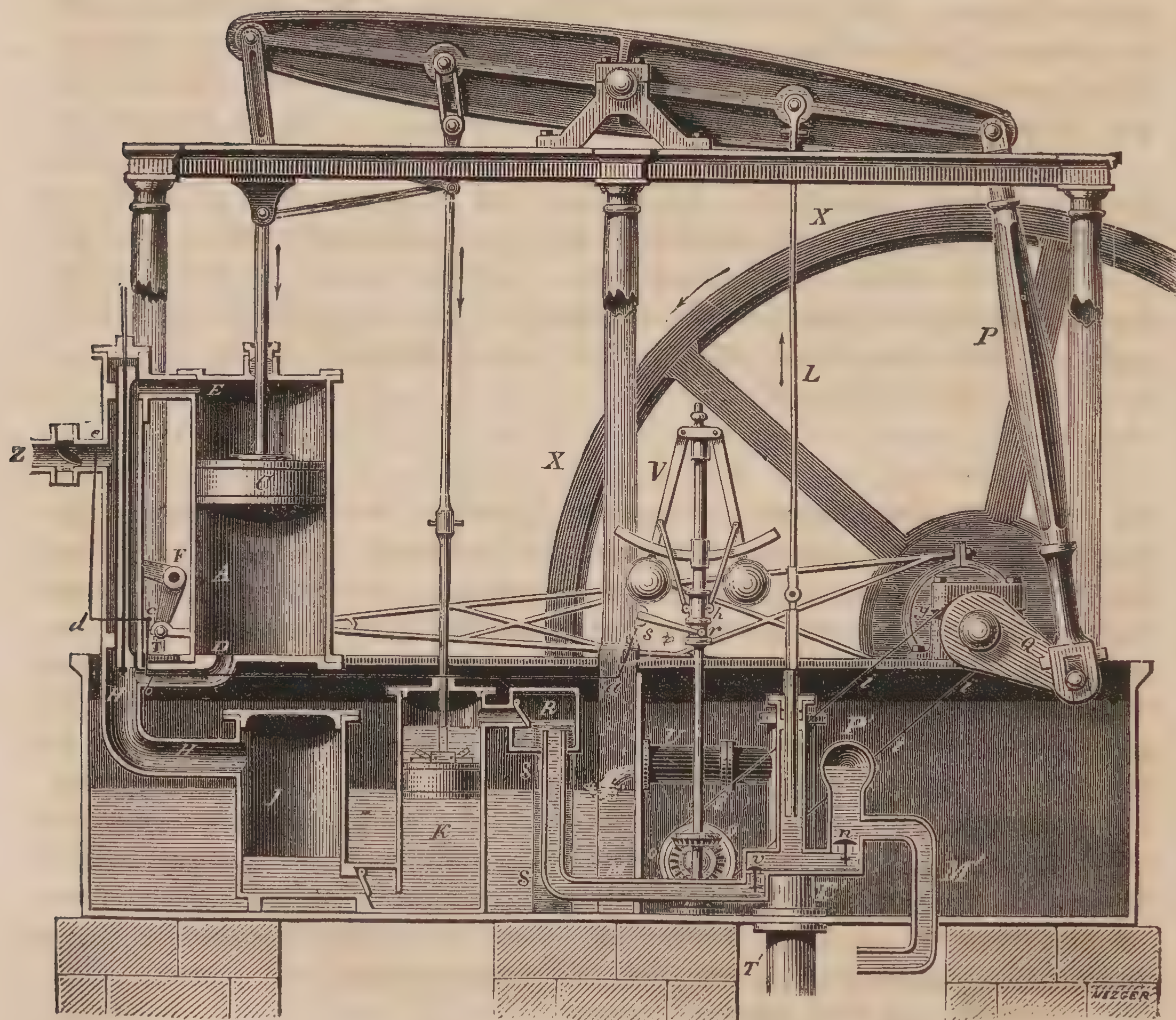
Druck und Papier des Prospectus sind denen des Werkes gleich und eine hier beigegebene Abbildung wird zeigen, wie trefflich die in den Text eingedruckten Holzschnitte ausgeführt wurden. Das Werk erscheint in Lieferungen von 6 Bogen, so oft als möglich auch in Doppellieferungen von 12 Bogen, die sich so rasch folgen sollen, daß das Ganze binnen Jahresfrist in den Händen des Publikums sein wird.

Der Preis ist — bei der großen Anzahl von Holzschnitten — *sehr niedrig* gestellt, um dem Werke die größeste Verbreitung zu sichern; nur die Erwartung reger Theilnahme des Publikums kann ihn motiviren. Jede Lieferung kostet im Subscriptionspreise 12 Ggr. = 15 Sgr. = 54 Xr. Rheinl.

Die acht ersten Lieferungen, durch welche eine vollständige Einsicht in die Art der Ausführung des Unternehmens gewonnen wird, liegen in allen deutschen Buchhandlungen zur Einsicht vor.

Braunschweig, im September 1843. *Friedrich Vieweg und Sohn.*

Wattische Dampfmaschine.



Braunschweig. **PROSPECTUS.** *Juni* 1842.

Im Verlage von Friedrich Vieweg und Sohn erscheint:

Handwörterbuch der reinen und angewandten Chemie.

In Verbindung mit mehren Gelehrten herausgegeben von

Dr. Justus Liebig, Dr. J. C. Poggendorff und Dr. Fr. Wöhler,

Professoren an den Universitäten Giessen, Berlin und Göttingen.

Mit Kupfern und in den Text eingedruckten Holzschnitten.

5 Bände, jeder von 60 Bogen gröfstes Med. 8°. Velinpapier.
In Lieferungen von 10 Bogen Stärke. Subscriptionspreis für die Lieferung, einschliefslich der Kupfer und Holzstiche, 16 Ggr. = 20 Sgr. = 1 Fl. 12 Xr. Rheinl.

Die erste und siebente Lieferung oder der erste Band und die erste Lieferung des zweiten Bandes ist ausgegeben.

Vorwort.

Die überaus günstige Aufnahme, deren sich das Handwörterbuch der Chemie sogleich bei seinem Erscheinen im Publikum zu erfreuen gehabt — der redendste Beweis, dass dasselbe einem wahrhaften Bedürfnisse entgegen getreten ist — hat die Unterzeichneten es sehr bedauern lassen, dass Amtsgeschäfte, Reisen und anderweitige Hindernisse sie abgehalten, das Werk so rasch zu fördern, als das Verlangen nach demselben es wünschenswerth und nothwendig machte.

Besorgend, dass die bisherigen Unterbrechungen vielleicht das Zutrauen zu einem regelmäfsigen Fortgange desselben geschwächt haben können, glauben sie demnach hier die Versicherung ertheilen zu müssen, dass alle Anstalten von ihnen getroffen sind, um das Werk, soweit es ohne Uebereilung thunlich ist, mit sehnellen Schritten seinem Ziele entgegen zu führen.

Die Redactionsgeschäfte, welche bisher blofs durch zwei von ihnen versehen wurden, haben sie gemeinsam unter sich vertheilt. Um auch, was das Speciellere der Redaction angeht, möglichste Einheit in die Art der Zusammenstellung und in die Durchführung des von ihnen festgesetzten Plans, ebenso eine möglichste Consequenz in die jetzt so verwickelte chemische Nomenclatur zu bringen, haben sie einen der Mitarbeiter, Herrn Dr. Will, veranlasst, vom zweiten Bande an sich der speciellen Auswahl, Zusammenstellung und Redaction der Artikel zu unterziehen. Herr Dr. Will hat seit mehren Jahren durch den Antheil, den er an der Redaction der Annalen der Chemie und Pharmacie genommen, sich eine ausgebreitete Literaturkenntniss erworben, und seine practische Befähigung, die er durch die interessantesten und wichtigsten Arbeiten bethätigt hat, giebt genügende Bürgschaft, dass durch seine Hülfe eine vollkommene Gleichförmigkeit in allen Artikeln bewirkt, Wiederholungen vermieden und nichts Wesentliches ausgelassen und versäumt wird.

Unterstützt durch die Hülfe ausgezeichneter Mitarbeiter und ermuntert durch den grofsen Beifall, der die Nützlichkeit ihres Unternehmens für den Chemiker, Pharmaceuten, Arzt und Fabrikanten immer entschiedener herausstellt, beginnen die Herausgeber den zweiten Band ihres Werkes mit neuem Muth und neuem Eifer, so wie mit der Hoffnung, den Anforderungen nicht minder zu genügen, als es ihnen mit dem ersten Bande gelungen ist.

Indem sie somit dem Publikum den ungestörten und regelmäfsigen Fortgang des Werkes verbürgen — die rasche Folge der Lieferungen wird diese Versicherung belegen —, fügen sie noch die Bemerkung hinzu, dass man die Stärke desselben und die Zeit seiner Vollendung nicht nach dem ersten Bande beurtheilen möge, da gerade die Buchstaben, welche diesen Band füllen, an Zahl und Umfang der Artikel zu den reichhaltigsten des ganzen Alphabets gehören.

Die Herausgeber lassen hier den Prospectus ihres Werkes folgen und bitten, demselben eine erneuerte Beachtung zu schenken.

Justus Liebig. J. C. Poggendorff. Fr. Wöhler.

Mehr als ein Vierteljahrhundert ist verflossen, seit Deutschland zum letzten Male, — aus den Händen von Klaproth und Wolff, — ein vollständiges Wörterbuch der Chemie erhalten hat. Der Beifall, mit welchem dasselbe aufgenommen worden ist, die ehrenvolle Stellung, die es lange Zeit neben später erscheinenden Lehr- und Handbüchern behauptet hat, sind sprechende Beweise nicht blofs im Speciellen für die zeitgemäfse Güte dieses Werks, sondern auch überhaupt für den grofsen Nutzen der lexikalischen Abfassung und deren eigenthümlichen Vorzüge vor der systematischen bei einer so weitläuftigen Erfahrungswissenschaft, wie die Chemie.

Seitdem hat die Chemie eine gänzliche Umgestaltung erfahren, und einen Aufschwung genommen, der wahrhaft erstaunlich ist. Noch jetzt eilt sie mit unaufhaltsamem Laufe ihrer Vollendung entgegen. Mit jedem Tage erweitert sie ihr grofses und fruchtbares Gebiet, mit jedem nimmt sie innerhalb desselben an Bestimmtheit und Reichhaltigkeit zu. Allein diese innere Ausbildung hat nicht gleichen Schritt gehalten mit der Entwicklung nach aufsen. Es ist immer mehr Land entdeckt, als urbar gemacht. Trotz der Auffindung zahlreicher Analogien, welche die Einsicht in die verwickelten Aeufserungen der chemischen Verwandschaftskräfte erleichtern; trotz der grofsen Entdeckungen, durch welche mit gewichtigen Thatsachen zugleich auch höhere Gesichtspunkte für die Theorie gewonnen wurden; ja trotz der Feststellung jener alles Quantitative beherrschenden Gesetze, welche selbst, innerhalb gewisser Gränzen, die Vorausbestimmung von Maafs- und Gewichtsverhältnissen erlauben; — trotz aller dieser unzweifelhaften Kennzeichen eines Vorrückens in wahrer Wissenschaftlichkeit, bietet dennoch die heutige Chemie eine überaus grofse Masse vereinzelt stehender, noch unter keine Regeln gebrachter Thatsachen dar, deren Aneignung eben so schwierig ist, als ihre genaue Kenntniss für eine erfolgreiche Ausübung dieser Wissenschaft unerlässlich genannt werden muss.

Und gerade dieser Zustand einer ungleichmäfsigen Ausbildung, der übrigens in einer reichhaltigen und rasch fortschreitenden Wissenschaft unvermeidlich, ja für die schaffende Thätigkeit in derselben höchst erfreulich ist, macht, dass die Chemie, noch heut wie vor Jahrzehenden, ganz besonders für eine Darstellung in lexikalischer Form geeignet ist, und nicht nur ohne Schaden, sondern vielmehr mit eigenthümlichen Vortheilen in dieser Gestalt abgehandelt werden kann. Ein Wörterbuch hat im Allgemeinen den grofsen Vorzug, dass es alle auf einen Gegenstand bezügliche Fragen an Einer Stelle beantwortet, geradezu und vollständig, ohne von anderweitigen Kenntnissen

viel vorauszusetzen; während das systematische Handbuch aus Liebe zu seinem — oft nicht einmal glücklich grwählten — Systeme denselben Gegenstand stückweise an vielen Orten vorträgt, und es der Einsicht des Lesers überlässt, sich daraus die Antwort zusammenzusetzen. Indem ein Wörterbuch der Chemie dasjenige in abgesonderten Artikeln vorträgt, was gerade für einen speciellen Zweck besonders wissenswürdig ist, beseitigt es zum bedeutenden Theil die gröfste und im Grunde einzige Schwierigkeit beim Studium dieser Wissenschaft, diejenige nämlich, welche aus der unübersehbaren Masse der dem Gedächtniss aufzudrängenden Thatsachen entspringt. Es erleichtert nicht nur das erste Erlernen und das Wiedereinprägen des bereits Vergessenen, sondern es macht die Chemie auch zugänglich und nutzbar für alle diejenigen, welche, ohne diese Wissenschaft in ihrem ganzen Umfange studiren zu können oder zu wollen, dennoch in einzelnen Zweigen derselben eine specielle und gründliche Kenntnis erwerben müssen.

Daher entspricht denn ein Wörterbuch der Chemie vorzugsweise den Bedürfnissen der Aerzte, Apotheker und Gewerbtreibenden aller Art, denen das Studium dieser Wissenschaft nicht genugsam anzuempfehlen ist. Man hat es oft gesagt, aber man kann es nicht zu häufig wiederholen: Die Chemie ist die nützlichste und zugleich populärste aller Naturwissenschaften. Statt andere Wissenschaften bei gesteigerter Ausbildung sich dem Leben mehr entfremden und in sich abschliefsen, hat die Chemie, trotz ihrer Riesenfortschritte, nicht aufgehört, immer tiefer in die physischen Verhältnisse der bürgerlichen Gesellschaft einzugreifen, immer mehr den Wohlstand der Staaten begründen zu helfen. Mit den Gewerben und den meisten Zweigen der Industrie, mit der Heilkunde und den übrigen Naturwissenschaften, mit Allem, was zu den Bedürfnissen und Annehmlichkeiten des Lebens gehört, im engsten Verbande stehend, giebt es Niemand, der sie ganz entbehren kann, Niemand, der sie ohne wahren Gewinn kennen gelernt hat. Sie ist vorzugsweise dazu berufen, ein Gemeingut aller Gebildeten zu werden.

Betrachtungen dieser Art haben die Unterzeichneten veranlasst, zu glauben, dass die Herausgabe eines so lange entbehrten, dem gegenwärtigen Zustande der Wissenschaft entsprechenden Wörterbuchs der Chemie kein überflüssiges Unternehmen sein dürfte, und sie haben sich um so mehr zu dieser Arbeit entschlossen, als nicht nur bei der Eigenthümlichkeit der Form eines solchen Werks, sondern auch bei der gröfseren Ausdehnung, die man von jeher gewohnt gewesen ist, darin den Gegenständen zu geben, keine erhebliche Collision mit den vorhandenen, zum Theil vortrefflichen Hand- und Lehrbüchern zu besorgen steht. Um diesen Ausspruch zu rechtfertigen, erlauben sie sich hier, den Plan ihres Werkes kurz anzudeuten, wiewohl sie wünschen, dass derselbe mehr aus den zugleich ausgegebenen Heften als aus diesen Andeutungen beurtheilt werden möge.

Die reine Chemie, in ihrem ganzen Umfange, wird den Stamm des Werkes bilden. Alle Erfahrungen, alle Theorien, durch welche dieselbe bis in die neueste Zeit hinein erweitert und vervollkommnet ist, sollen sorgfältig benutzt werden. Besonders soll die Chemie der Körper organischen Ursprungs, die in neuerer Zeit so aufserordentliche Fortschritte gemacht hat, aber dennoch nicht in allen Theilen so abgeschlossen und begründet dasteht, wie die sogenannte anorganische Chemie, eine ganz vorzügliche Beachtung finden, das Zuverlässige und Taugliche von dem Ungewissen und Verwerflichen gesichtet, und zweifelhafte Angaben so viel wie thunlich durch eigene Versuche geprüft und berichtigt werden. Es sollen zur Bereitung chemischer, pharmaceutischer und technischer Präparate immer die besten Vorschriften gegeben, die chemischen Operationen auseinander-

gesetzt, und dabei sowohl die nöthigen Handgriffe als auch die zweckmäſsigsten Geräthe und Werkzeuge beschrieben, und letztere durch Abbildungen erläutert werden.

Auſser der reinen Chemie, liegt es in der Absicht, das Wörterbuch auch auf die mannichfaltigen Zweige der angewandten auszudehnen, in so weit, dass es, ohne gerade ein Lexikon der Technologie zu seyn, doch von jedem technischen Chemiker und Fabrikanten mit Nutzen zu Rathe gezogen werden kann in allen Fällen, wo der vortheilhafte Betrieb und die Vervollkommnung seines Geschäfts eine rationelle und gründliche Einsicht in die chemischen Operationen erheischt.

Aus ähnlichem Grunde wird die pharmaceutische Chemie eine ganz besondere Berücksichtigung erhalten, und die Physiologie in so weit berührt werden, als sie zum Verständniss der chemischen Vorgänge im Organismus nothwendig ist.

Da endlich ohne eine gewisse Kenntniss der Mineralogie, und besonders der Physik, nicht füglich eine erfolgreiche und rationelle Betreibung der Chemie möglich ist, so soll aus beiden Wissenschaften dasjenige ausgehoben werden, was von ihnen dem Chemiker vorzugsweise zu wissen nöthig ist.

Im Ganzen also werden die Herausgeber ihrem Werke denselben Umfang und denselben Gehalt zu geben trachten, welchen man auch schon früher vollständigen Wörterbüchern der Chemie verliehen hat, nur dass sie ihm eine dem gegenwärtigen Standpunkt der Wissenschaft angemessene Ausarbeitung verleihen, und es sich dabei zur Hauptaufgabe machen, durch einen klaren und bündigen Vortrag jedermann verständlich zu werden.

Der äuſsere Umfang des Werks ist auf 5 Bände von etwa 60 Bogen berechnet; zur schnelleren Verbreitung desselben wird es in Lieferungen von 10 Bogen ausgegeben werden. Die sieben ersten Lieferungen sind erschienen; aus ihnen wird man die Form und den Gehalt des Ganzen entnehmen können.

Dem Verleger gereicht es zur besondern Genugthuung, den zahlreichen Subscribenten auf dieses wichtige Werk anzeigen zu können, dass dasselbe jetzt wieder einen völlig geregelten Fortgang genommen hat; er darf sich dieserhalb auf das Vorwort der Herren Herausgeber beziehen.

Die frühere Unterbrechung des Drucks bestimmt ihn, hinsichtlich der Subscriptionsbedingungen die Modification eintreten zu lassen:

Dass bis zur Vollendung eines jeden Bandes von 6 Lieferungen der erste Subscriptionspreis von 16 Ggr. = 20 Sgr. = 1 Fl. 12 Xr. Rheinl. für die Lieferung von 10 Bogen in der Räumlichkeit des Conversationslexikons, einschlieſslich der nöthigen Kupfertafeln und Holzstiche, bestehen bleibt. Nach Vollendung des zweiten Bandes tritt für diesen so wie für den ersten unwiderruflich der höhere Ladenpreis ein.

Vorausbezahlung irgend einer Art wird nicht verlangt, dagegen bleibt es Bedingung, dass die Subscribenten den Betrag für jede Lieferung sofort bei Empfang derselben zahlen, und nur mit dem Schlusse eines Bandes zurücktreten dürfen.

Alle solide Buchhandlungen sind in den Stand gesetzt, Privatsammlern auf 12 Exemplare ein 13tes gratis zu bewilligen.

Indem er durch einen für Werke der Art ungewöhnlich billigen Preis Alles gethan zu haben glaubt, was zur Erleichterung des Ankaufs irgend geschehen konnte, empfiehlt er dieses vortreffliche Buch der erneuten Theilnahme des Publikums.

Braunschweig, im Juni 1842.

Friedrich Vieweg & Sohn.

Braunschweig. **PROSPECTUS.** *September* 1843.

Im Verlage von Friedrich Vieweg und Sohn ist erschienen:

J. H. Hellmuth's

Elementar-Naturlehre.

Zehnte Auflage.

Nach dem Tode des Verfassers zum dritten Male methodisch bearbeitet

für

Lehrer an Seminarien und gehobenen Volksschulen,

wie auch zum

Schul- und Selbstunterrichte

von

J. G. Fischer.

gr. 8⁰. 30 Bog. Druck-Velinpap. mit 243 in den Text eingedruckten Holzstichen. Preis: 1 Thlr.

Es bedarf hier kaum der Anführung, wie unendlich wichtig dermalen ein gutgeleiteter Unterricht in den Naturwissenschaften — namentlich der Physik — auch für Gewerbe-, Real- und Bürgerschulen geworden ist, wie er tief in das bürgerliche Leben, in die künftige Existenz der Schüler eingreift. Der Staat hat die Frage über den Nutzen des Unterrichts in den Naturwissenschaften beantwortet; er ist überall eingeführt, wo von aufgeklärten und sorgsamen Behörden das Schulwesen überwacht wird, und damit ist zugleich die hohe Bedeutung guter Lehrbücher dieser Richtung ausgesprochen.

Das eben angeführte Lehrbuch nimmt auf die Bedürfnisse der höheren Volksschulen in so vorzüglich geeigneter und practischer Weise Rücksicht, daß es sich, wie die zahlreichen Auflagen es belegen, einer sehr großen Verbreitung erfreut. Um diese noch zu vermehren, glauben wir nur auf seine Tendenz, auf die klare, verständliche Sprache, auf die Empfehlung vieler hohen Behörden und die höchst erfreulichen Recensionen hinweisen zu dürfen, welche demselben von allen Seiten zu Theil geworden sind.

Das Königlich Preußische Provinzial-Schulkollegium zu Berlin schrieb dem Verfasser nach Ueberreichung der 9ten Auflage:

»Die von Ihnen kürzlich herausgegebene Elementar-Naturlehre ist für den Gebrauch in Seminarien, so wie in höhern und niedern Volksschulen vorzüglich geeignet befunden worden. Wir haben daher auf dieselbe nicht nur im Allgemeinen durch die Amtsblätter der Königlichen Regierungen zu Potsdam und Frankfurt a. d. O. aufmerksam gemacht, sondern sie auch noch besonders durch die Schul-Deputation des Magistrats den Vorstehern der hiesigen Parochial- und Privat-Schulen, wie auch allen Lehrern, welche in der Naturlehre unterrichten, empfehlen lassen. Wir danken Ihnen u. s. w.«

In ähnlicher Weise ist das Buch noch von anderen Behörden zur Anschaffung und nähern Kenntnißnahme empfohlen worden. — Von den vielen Recensionen, welche über dasselbe erschienen und ohne Ausnahme sehr günstig sind, führen wir nur diejenige an, welche der geistreiche Seminar-Direktor Diesterweg in seinen gehaltvollen »rheinischen Blättern« über die 9te Auflage gegeben hat. Daselbst heißt es unter anderen:

»Der Verfasser redet mit dem jungen Leser; er erinnert ihn an Erfahrungen, die er gemacht hat; er führt ihm neue vor; er entwickelt aus denselben allgemeine Sätze, er wendet sie an, indem er Aufgaben und Fragen stellt. Die Sprache ist natürlich, anregend, eindringlich und anziehend. Das Buch ist sehr reichhaltig. Der Verfasser hat die Fortschritte der Wissenschaft treu benutzt, sie dem Verständniß junger Leute leicht zugänglich gemacht, und Maschinen und Werkzeuge, mit denen jetzt

im Leben so viel ausgerichtet wird, z. B. die Dampfmaschine, ausführlich beschrieben. Das Ganze ist eine treffliche, höchst gelungene Arbeit; wir stellen sie daher unter allen uns bekannten ähnlichen Schriften für Lehrer gehobener Elementarschulen, und für solche Jünglinge, die sich eine vollständige Kenntniß der Naturlehre aneignen wollen, ohne sich gerade dem Studium der Naturwissenschaften zu widmen, oben an.«

Für diese neue Auflage der Hellmuth-Fischer'schen Elementar-Naturlehre ist wiederum von Seiten des Herrn Verfassers wie des Verlegers Alles geschehen, was den Nutzen des Buches erhöhen, seine Verbreitung fördern und erleichtern kann.

Die neuesten Fortschritte der Wissenschaft sind, so weit sie für den Kreis dieses Lehrbuches passen, treulichst benützt; es hat in jeder Weise bedeutende Verbesserungen erfahren, die Bogenzahl ist vermehrt, und statt der lithographirten Tafeln sind dieser 10ten Auflage 243 vortrefflich ausgeführte, in den Text eingedruckte Holzstiche, von demselben ausgezeichneten Künstler, der die Holzstiche zu dem Pouillet-Müller'schen Lehrbuche der Physik besorgte, beigegeben, wodurch die Verständlichkeit für den Schüler unendlich gewinnt.

Fügen wir dem Allen noch hinzu, daß der Preis des Buches ein Minimum ist, nämlich nur 1 Thlr. für 30 enggedruckte Bogen in gr. 8° nebst den zahlreichen vortrefflich ausgeführten Holzstichen, so dürfen wir wohl berechtigt erscheinen, das Buch als ein sehr ausgezeichnetes allen deutschen Schulbehörden und Schulmännern angelegentlichst zu empfehlen.

Um über die Holzstiche urtheilen zu können, haben wir einen solchen, dem Werke entnommen, hier beigedruckt. Jede solide Buchhandlung ist in den Stand gesetzt, bei größeren Bestellungen für Schulen, auf 12 Exemplare ein Freiexemplar zu bewilligen.

Braunschweig, Septbr. 1834.

Friedrich Vieweg und Sohn.

Wattische Dampfmaschine.

